

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y AMENAZAS NATURALES DEL
DISTRITO DE RIEGO ASODRIANA, MUNICIPIO DE NÁTAGA HUILA

HELMER ALEXIS GUZMÁN LÓPEZ



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGIENERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRICOLA
NEIVA - HUILA
2013



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y AMENAZAS NATURALES DEL
DISTRITO DE RIEGO ASODRIANA, MUNICIPIO DE NÁTAGA HUILA

HELMER ALEXIS GUZMÁN LÓPEZ

Trabajo de grado presentado a la Facultad de Ingeniería como requisito parcial
para optar al título de Ingeniero Agrícola

Director
ALFREDO OLAYA AMAYA, M.Sc.
Doctor en Ingeniería Área Recursos Hidráulicos



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ING. AGRÍCOLA
NEIVA-HUILA
2013



NOTA DE ACEPTACIÓN

Gilberto Álvarez Linares
Jurado

Rodrigo A. Pachón Bejarano
Jurado

Alfredo Olaya Amaya
Director

Neiva, Mayo de 2013

DEDICATORIA

A Dios

Por ser mi fuente inagotable de energía que impulsa día a día mi ser e ilumina mi largo camino para alcanzar mis metas, por enseñarme a no desfallecer sin importar la adversidad. Por estar siempre a mi lado.

A mis Padres

Por ese infinito amor, por enseñarme los valores y virtudes de la vida, el significado de la misma, por inculcarme la importancia de la familia y guiarme en cada una de mis etapas...Por ellos soy lo que soy.

A mis Maestros

Al profesor Rodrigo Pachón, por ser esa voz incansable de aliento, de consejos y ser ese ejemplo de vida. Al profesor Alfredo Olaya, por compartir conmigo todos sus conocimientos y experiencias de vida y plasmar en este documento parte de su sabiduría. Al profesor Freddy Escobar y Armando Torrente que han sido un apoyo constante en este largo camino.

Y a mis amigos

A Todos mis amigos, verdaderos amigos, que nunca han perdido la fe en mí, que siempre han sido un pilar de apoyo en todo momento; a Jorge, Oscar Figueroa, Oscar Ruiz, y no menos importante a Felipe. Ellos que han sido y son una familia donde me han brindado todo su cariño y me han enseñado el verdadero significado de la amistad y han sido un ejemplo de vida.

AGRADECIMIENTOS

Debo agradecer de manera especial y sincera al Profesor Alfredo Olaya Amaya por aceptarme para realizar este trabajo de grado bajo su dirección. Su apoyo y confianza en mi trabajo y su capacidad para orientarme han sido un aporte invaluable.

Al Centro de Investigación CENIGAA, por darme la oportunidad de hacer parte de esta gran familia y de demostrar mis capacidades y a todos mis compañeros de trabajo por contribuir en mi formación como persona e investigador.

Mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos difíciles, a todos aquellos amigos que no recordé al momento de plasmar estas palabras, ustedes saben quiénes son; espero no defraudarlos y contar siempre con su valioso apoyo, sincero e incondicional. Solo me resta por decirles, no por repetirla, no por menospreciarla; gracias, muchas gracias!!!

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	9
SUMMARY	10
1. INTRODUCCIÓN	11
1.1. ANTECEDENTES	12
1.2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	12
1.3. OBJETIVOS	15
1.3.1. Objetivo General.....	15
1.3.2. Objetivos Específicos	15
1.4. IMPORTANCIA Y APLICABILIDAD	16
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	17
2.1. CONCEPTOS DE IMPACTO AMBIENTAL, AMENAZAS NATURALES Y DESASTRES NATURALES	17
2.1.1. Impacto Ambiental	17
2.1.2. Evaluación de Impacto Ambiental	17
2.1.3. Amenazas y desastres naturales	18
2.2. AMENAZAS Y DESASTRES NATURALES EN EL DEPARTAMENTO DEL HUILA.....	23
2.3. LEGISLACIÓN COLOMBIANA SOBRE LICENCIAS AMBIENTALES, DESASTRES Y AMENAZAS NATURALES CON ÉNFASIS EN ADECUACION DE TIERRAS.....	24
2.3.1. Decreto 2858 de 1981, Aprovechamiento del recurso hídrico.....	24
2.3.2. Ley 41 de 1993, Adecuación de tierras	25
2.3.3. Ley 373 de 1997, Programa de uso eficiente y ahorro de agua	25
2.3.4. Decreto 1900 de 2006, Porcentaje de inversión al medio ambiente para proyectos que usen el agua de fuentes naturales	26
2.3.5. Decreto 1324 de 2007, Registro de usuarios del recurso hídrico	26
2.3.6. Decreto 2820 de 2010, Términos de referencia para estudios de impacto ambiental	26
2.4. EXPERIENCIAS ACADÉMICAS DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA EN EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL CON ÉNFASIS EN PROYECTOS DE RIEGO Y AFINES	28
2.5. EL MANEJO DEL AGUA, SUELOS Y RESIDUOS DE LOS CULTIVOS DE CACAO.....	29

3.	METODOLOGÍA.....	31
3.1.	AREA DE ESTUDIO	31
3.2.	FASES ETAPAS Y METODOS	31
3.3.	METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y PONDERACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	37
3.3.1.	Matriz de Leopold.....	37
3.3.2.	Diagramas de Redes.....	38
3.3.3.	Método de la encuesta.....	38
3.4.	METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LA VIABILIDAD AMBIENTAL DEL PROYECTO	38
3.4.1.	Método de ponderación de Battelle Columbus	39
3.4.2.	Método de calificación ambiental de Jorge A. Arboleda.....	39
3.5.	METODOLOGÍA PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO.....	40
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
4.1.	ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....	41
4.2.	ASPECTOS AMBIENTALES DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	43
4.2.1.	Geología y morfología	43
4.2.2.	Climatología	45
4.2.3.	Hidrología	46
4.2.4.	Agrología	47
4.2.5.	Riego	47
5.	IMPACTOS, RECURSOS U OPORTUNIDADES Y AMENAZAS O RESTRICCIONES AMBIENTALES DEL PROYECTO	50
5.1.	IDENTIFICACIÓN Y PONDERACIÓN DE IMPACTOS, OPORTUNIDADES Y AMENAZAS O RESTRICCIONES.....	50
5.2.	COMPARACIÓN DE IMPACTOS, OPORTUNIDADES Y AMENAZAS.....	57
5.2.1.	Comparación de impactos positivos y negativos.....	60
5.2.2.	Comparación de impactos positivos y negativos.....	63
5.2.3.	Viabilidad ambiental del proyecto.....	63
5.3.	DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS, OPORTUNIDADES Y AMENAZAS AMBIENTALES.....	67
5.3.1.	Descripción de Impactos Positivos.....	67
5.3.2.	Descripción de Impactos Negativos.....	69
5.3.3.	Descripción de las oportunidades	71
5.3.4.	Descripción de las amenazas	74

6.	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.....	78
6.1.	OBJETIVOS DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	78
6.2.	MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y MEJORAMIENTO AMBIENTAL DEL PROYECTO	79
6.3.	DESCRIPCIÓN DE PROGRAMAS Y PROYECTOS DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA).....	83
6.3.1.	Programa 1: Administración y Operación del minidistrito de riego	83
6.3.2.	Programa 2: Manejo integral de los recursos agua y suelo	83
6.3.3.	Programa de desarrollo y bienestar social.....	83
6.3.4.	Programa de Apropiación y transferencia del conocimiento.....	84
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	85
	BIBLIOGRAFIA.....	87
	ANEXOS	91
	Anexo A. formato de la encuesta aplicada.....	91
	Anexo B. Listado de las personas encuestadas	92
	Anexo C. Registro fotográficos	93

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Fases, etapas y métodos	32
Cuadro 2. Criterios para aplicar en el método de redes.	38
Cuadro 3. Resumen de la geomorfología del municipio de Nátaga.....	44
Cuadro 4. Variables climatológicas estación IDEAM, municipio de Nátaga.....	45
Cuadro 5. Climas predominantes en el área de influencia del distrito de riego.	46
Cuadro 6. Fuentes hídricas de interés del distrito de riego Asoadriana.....	46
Cuadro 7. Aptitudes del suelo del área de influencia del proyecto de riego Asoadriana.	48
Cuadro 8. Matriz de Leopold para la identificación de impactos ambientales.....	51
Cuadro 9. Clasificación de obras, factores ambientales e impactos según grado de afectación en la matriz de Leopold.	52
Cuadro 10. Identificación de impactos ambientales según método diagramas de redes.	54
Cuadro 11. Impactos preseleccionados según el flujograma del diagrama de redes. .	55
Cuadro 12. Impactos preseleccionados según el método de la encuesta.	56
Cuadro 13. Impactos seleccionados según los métodos aplicados.....	58
Cuadro 14. Homologación de impactos positivos.....	59
Cuadro 15. Homologación de impactos negativos.	60
Cuadro 16. Lista de las oportunidades y amenazas del proyecto	61
Cuadro 17. Ponderación de impactos ambientales por el método Batelle Columbus. .	62
Cuadro 18. Evaluación de impactos según el método de calificación ambiental de Arboleda.....	65
Cuadro 19. Evaluación de impactos según el método de calificación ambiental de Batelle Columbus para el proyecto.	66
Cuadro 20. Viabilidad ambiental para el proyecto de riego.	67
Cuadro 21. Objetivos del plan de manejo ambiental.	78
Cuadro 22. Medidas para los impactos positivos y negativos generados por el proyecto.....	79

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica del área de estudio.....	31
Figura 2. Área de influencia del distrito de riego Asoadriana.....	42
Figura 3. Municipio de Nátaga.	93
Figura 4. Ubicación Bocatoma del proyecto de riego (quebrada El Pueblo).....	93
Figura 5. Planta de tratamiento de aguas residuales Nátaga – PTAR.....	93
Figura 6. Ubicación del reservorio.....	93
Figura 7. Vertimiento del efluente de la PTAR a la quebrada El Pueblo.	93
Figura 8. Lugar sacrificio de Ganado.....	93
Figura 9. Beneficiario del Proyecto.	93
Figura 10. Vertimiento quebrada La Honda.....	93

RESUMEN

El manejo eficiente y sustentable de los recursos naturales en los sistemas de producción, cada día toma más fuerza y se hace necesario diseñar estrategias enfocadas a un uso racional y adecuado de los recursos. El departamento del Huila no se sustrae de esta problemática, ya que la zona andina es altamente vulnerable a la variabilidad climática extrema y a los fenómenos hidroclicmáticos asociados a las fases cálida y húmeda de El Niño-Oscilación del Sur, afectando de forma significativa los distritos de riegos y cultivos que de allí se benefician.

En este contexto, la finalidad de este estudio es de identificar, valorar y describir los impactos ambientales y amenazas naturales que afecta al proyecto de riego Asoadriana localizado en el municipio de Nátaga. Este estudio se desarrolló con base a cinco fases enfocadas a la recolección de información primaria y secundaria del área de influencia del proyecto para identificar y determinar los impactos ambientales y amenazas naturales.

Para la identificación de los impactos ambientales se utilizó tres métodos a saber: el diagrama de redes, la matriz de Leopold y el método de la encuesta, y para la ponderación y comparación de escenarios ambientales se utilizó el método de calificación ambiental de Arboleda y el método de Batelle Columbus; se determinaron diecinueve impactos ambientales, entre ellos nueve impactos positivos y diez negativos.

Para el plan de manejo ambiental (PMA) se plantearon 6 objetivos y cuarenta y siete (47) medidas, distribuidas en dieciocho (18) proyectos los cuales se agruparon en cinco programas: Administración y operación del minidistrito de riego, Manejo integral de los recursos agua y suelo, desarrollo y bienestar social, Gestión ambiental, apropiación y transferencia del conocimiento. Con la finalidad de maximizar los impactos positivos, prevenir, mitigar o compensar los impactos negativos y las amenazas naturales que se presentan.

Palabras claves: impactos positivos, impactos negativos, plan de manejo ambiental, amenazas naturales, distrito de riego Asoadriana.

SUMMARY

Efficient and sustainable management of natural resources in production systems, each day takes more strength and we need to develop strategies aimed at rational and appropriate use of resources. The department of Huila is not exempt from this problem, since the Andean region is highly vulnerable to climate variability and extreme hydroclimatic phenomena associated with hot and humid phases of El Niño-Southern Oscillation, significantly affecting districts irrigation and crops that benefit away.

In this context, the purpose of this study is to identify, assess and describe the environmental and natural hazards affecting Asoadriana irrigation project located in the municipality of Nátaga. This study was developed based on five phases focused on the collection of primary and secondary catchment area of the project to identify and assess environmental impacts and natural hazards.

For the identification of environmental impacts was used three methods namely the network diagram, the Leopold matrix and the method of the survey, and for weighting and environmental scenario comparison method was used Arboleda environmental qualification and Columbus Battelle method, were determined nineteen environmental impacts, including nine positive and ten negative impacts.

For the environmental management plan (PMA) were raised 6 targets and forty-seven (47) measures spread over eighteen (18) projects which were grouped into five programs: Administration and operation of irrigation minidistrito, integrated resource management water and soil, development and welfare, environmental management, ownership and transfer of knowledge. In order to maximize the positive impacts, prevent, mitigate or compensate for adverse impacts and natural hazards that arise.

Keywords: positive impacts, negative impacts, environmental management plan, natural hazards Asoadriana irrigation district.

1. INTRODUCCIÓN

La dinámica de la producción agrícola mundial, actualmente está enfocada en sistemas de producción más eficientes y sustentables, por ende, los recursos naturales que ahí intervienen juegan un rol fundamental, más ahora cuando la dinámica climática que afecta al mundo así lo exige. En este sentido el manejo eficiente y conservacionista del recurso hídrico debe enfocarse dependiendo de los requerimientos de cada una de las etapas fisiológicas del cultivo y propiedades edáficas del suelo.

Las condiciones agroecológicas y fisiográficas del departamento del Huila, generan un potencial considerable en la implementación de proyectos de riego que permitan aumentar la productividad en diferentes renglones de producción, haciendo hincapié en el uso racional de los recursos naturales, como una estrategia de lucha en el proceso de adaptación al cambio climático.

La problemática que afronta los proyectos de irrigación en nuestro país, se ve asociada a un sin número de causas que han afectado la eficiencia de los mismos. No obstante, la actual situación no es una limitante en la generación de proyectos que buscan fortalecer y consolidar las apuestas productivas del departamento con un enfoque de producción sostenible. Bajo este enfoque de conservación, los proyectos requieren un estudio que identifique las posibles afectaciones ambientales que puede generar al medio ambiente; esta responsabilidad social y ambiental se lleva a términos legales a través del trámite de la licencia ambiental; Igualmente, aunque algunos proyectos no se les exigen de forma obligatoria la licencia ambiental debido a la dimensión y/o magnitud del mismo, el estudio de impacto ambiental y el plan de manejo son mecanismos que buscan gestionar el manejo adecuado y eficiente de los recursos naturales que allí intervienen.

Los recursos naturales involucrados en las actividades agropecuarias en el departamento del Huila aún se manejan de una forma poco sostenible con el medio ambiente, debido a la baja implementación de buenas prácticas agrícolas y manejo irracional de algunos recursos. El proyecto, “Construcción del distrito de riego a pequeña escala de Nátaga - ASODRIANA”, no cuenta con un estudio que identifique y analice los efectos que pueda generar al medio ambiente, con fines de minimizar impactos negativos, amenazas naturales y maximizar impactos positivos.

Este estudio se realiza con el consentimiento de la Corporación Proyectar, al ser de gran importancia para la comunidad del municipio de Nátaga, donde algunas personas inconformes con el proyecto manifiestan los grandes problemas ambientales que se presentarían con el desarrollo del mismo, además puede constituirse en una herramienta importante para la autoridad ambiental, en este caso la CAM, para otorgar los permisos o concesiones requeridas para el normal desarrollo del distrito de riego.

1.1. ANTECEDENTES

El programa de Ingeniería Agrícola de la Universidad Surcolombiana, en concordancia con el concepto del desarrollo sostenible, maneja unos ejes principales en las áreas de gestión de recursos agua y suelo, postcosecha de productos agrícolas, mecanización agropecuaria y construcciones agropecuarias; en coherencia con estos ejes existen cursos obligatorios y electivos que fortalecen cada una de las áreas; por ende la gestión de recursos agua y suelo está consolidada por cursos como: Calidad de Aguas, Evaluación de Impacto Ambiental, Manejo Integral de Cuencas Hidrográficas, Hidroclimatología, Suelos, Diseño experimental, Parámetros de Ingeniería de Diseño, Riego y Drenaje, entre otras.

De acuerdo a los conocimientos adquiridos a lo largo del pregrado, decidí enfocar y profundizar mi trabajo de grado en evaluar el impacto y la sostenibilidad en sistemas de riegos y drenajes, en dicho caso, es realizar un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) y Plan de Manejo Ambiental (PMA) de un proyecto sobre un sistema de riego ubicado en el municipio de Nátaga. La necesidad del estudio surgió de conversaciones con la comunidad del municipio y la alcaldía respectivamente. La Corporación Proyectar manifestó su interés en el desarrollo del estudio para fortalecer y modificar aquellas obras o actividades del proyecto que generan mayor impacto en el medio.

El Grupo de Investigación ECOSURC de la Universidad Surcolombiana ha realizado diferentes estudios de investigación acorde con sus líneas de investigación: 1) Ecología y gestión de ecosistemas estratégicos. 2) Biodiversidad. En la primera línea, se han realizado estudios y publicaciones sobre el Río Magdalena, el desierto La Tatacoa; cuencas hidrográficas, regionales y ecosistemas acuáticos del Huila. También se han desarrollado trabajos de pregrado y postgrados sobre ecosistemas estratégicos de la Región Surcolombiana y estudios de impacto ambiental en distritos de riego del departamento.

En la línea de Biodiversidad, se han efectuado estudios sobre fauna acuática del Río Magdalena, el Río Bache, el embalse de Betania, la laguna el Juncal, y algunas quebradas menores del Huila.

1.2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En el contexto mundial del desarrollo agropecuario y agricultura de precisión, los sistemas de producción eficientes están enfocados en el uso adecuado y sostenible de los recursos naturales, que ocupan un rol fundamental en la conservación del medio, afectada considerablemente por el aprovechamiento irracional de los recursos. La dinámica climática atribuida a diferentes fenómenos ha llevado a los agricultores asumir riesgos con sus cultivos en el momento de suplir los requerimientos hídricos de la planta (Izquierdo, 2007). La

disponibilidad de los recursos hídricos afecta de manera significativa los distritos de riego del país que requieren un volumen de agua diario para suplir las necesidades de los sistemas de producción agrícola.

En Colombia y específicamente en la zona Andina, municipio de Nátaga Huila, debido a la irregularidad de precipitación durante todo el año, los cultivos se ven afectados por un déficit hídrico en ciertos períodos del año; en donde los niveles de precipitación son muy bajos y el riego complementario es esencial para el óptimo desarrollo del cultivo. El cacao es uno de los productos que cuentan con ventajas comparativas derivadas de las condiciones naturales para su producción, como las características agroecológicas en términos de piso térmico, humedad y su carácter de sistema agroforestal conservacionista del medio. No obstante, el cacao también es un cultivo susceptible al cambio climático y otros fenómenos hidrometeorológicos como El Niño-Oscilación del Sur (ENSO).

En este municipio existe el proyecto de riego Asoadriana, el cual se diseñó con el propósito de llevar progreso y desarrollo a la región. El proyecto en cuestión busca ser seleccionado por el Programa de “Agro Ingreso Seguro – AIS” del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural–MADR para promover la productividad y competitividad, reducir la desigualdad en el campo y preparar el sector agropecuario para enfrentar el reto de la internacionalización de la economía. Este distrito es alimentado por las quebradas El Pueblo y La Honda para suministrar el agua a 120 hectáreas del cultivo de cacao.

En principio el proyecto cuenta con los diseños y los estudios técnicos para la construcción del distrito, pero carece de un estudio ambiental que le permita conocer los impactos, oportunidades y amenazas ambientales que coadyuven a la Corporación Proyectar (autora del proyecto) a optimizar sus diseños y corregir las obras y/o actividades generadoras de mayor impacto negativo en la zona.

Al respecto es apropiado expresar que Olaya (2003, 59-60) definió así los impactos generados por los distritos de adecuación de tierras (DAT) de Colombia; así como las condiciones ambientales favorables y adversas, es decir las, las oportunidades y amenazas de los mismos distritos :

Impacto positivo (IP_h). Consecuencia favorable o beneficio que se genera o que puede ser generado como consecuencia de la formulación, la construcción o el funcionamiento de un DAT. Este impacto actúa o puede actuar, de manera directa o indirecta, a favor del ambiente natural, económico o social del mismo DAT o a favor de sus respectivos ámbitos y áreas de influencia. En cualquiera de los casos, el DAT tiene o puede tener control sobre este tipo de impacto.

Impacto negativo (IN_i). Consecuencia adversa o perjuicio que se genera o que puede ser generado como consecuencia de la formulación, la construcción o el funcionamiento de un DAT. Este impacto actúa o puede actuar, de manera directa o indirecta, contra el ambiente natural, económico o social del mismo DAT o contra sus respectivos ámbitos y áreas de influencia. En cualquiera de los casos, el DAT tiene o puede tener control sobre este tipo de impacto.

Recurso u oportunidad (RO_j). Característica, condición, sistema o recurso que favorece o que puede favorecer la formulación, la construcción o el funcionamiento de un DAT. Este recurso u oportunidad se encuentra o puede encontrarse en el ambiente natural, económico o social de los ámbitos y áreas de influencia del mismo DAT; sin embargo, este no tiene control sobre este tipo de recurso, pero el DAT tiene o puede desarrollar y aplicar estrategias para aprovecharlo mejor.

Restricción o amenaza (RA_k). Característica, condición, sistema o recurso que favorece o que puede desfavorecer la formulación, la construcción o el funcionamiento de un DAT. Esta restricción o amenaza se encuentra o puede encontrarse en el ambiente natural, económico o social de los ámbitos o áreas de influencia del mismo DAT; sin embargo, este no tiene control sobre este tipo de restricción, pero el DAT puede desarrollar y aplicar estrategias para contrarrestarlo o afrontarlo con mayor éxito.

El mismo autor (2003, 60) complementa que “en teoría el DAT tiene o puede tener control sobre los IP_h y los IN_i ; sobre los RO_j y los RA_k no tiene control, pero el DAT puede desarrollar estrategias para aprovechar mejor los RO_j y afrontar con mayor éxito los RA_k .”

El proyecto de riego Asoadriana requiere de un estudio que le permita conocer, a sus usuarios y líderes principales, los IP_h , IN_i , RO_j y RA_k , para manejar la gestión del distrito en mención. Por ende, se consideró necesario realizar un estudio que permita dar respuesta satisfactoria a las siguientes preguntas.

¿Cuáles son las amenazas naturales o restricciones ambientales (RA_k) que más podrían afectar al distrito de riego Asoadriana de Nátaga-Huila?

¿Cuáles son los recursos u oportunidades (RO_j) que más favorecen o podrían afectar el distrito de riego Asoadriana?

¿Cuáles son los impactos ambientales negativos (IN_i) y positivos (IP_h) que genera dicho distrito de riego en su área de influencia?

¿Cuáles podrían ser los programas y proyectos más apropiados para prevenir,

mitigar o compensar los impactos ambientales negativos y amenazas, y mejorar o aprovechar mejor los impactos positivos y los recursos u oportunidades ambientales asociadas al mismo distrito de riego?

1.3. OBJETIVOS

Para satisfacer de manera adecuada las inquietudes planteadas acerca de la viabilidad ambiental del proyecto de riego en cuestión, se considera indispensable desarrollar un estudio de impacto ambiental (EIA) a partir de los siguientes objetivos.

1.3.1. Objetivo General

Identificar, valorar y describir los posibles impactos ambientales positivos y negativos, las amenazas o restricciones y recursos u oportunidades ambientales que influyen en el distrito de riego Asodriana y formular el respectivo plan de manejo ambiental.

1.3.2. Objetivos Específicos

- a) Identificar, valorar y describir las principales obras y actividades de construcción, operación y mantenimiento del distrito de riego.
- b) Determinar y describir el área de influencia del distrito de riego.
- c) Identificar, valorar y describir los impactos ambientales positivos (IP_h) y negativos (IN_i) generados por el distrito de riego Asodriana.
- d) Identificar, valorar y describir los recursos u oportunidades (RO_j) y restricciones y amenazas (RA_k) naturales que actúan sobre el distrito de riego Asodriana.
- e) Determinar y evaluar la viabilidad ambiental del distrito de riego teniendo en cuenta sus diferentes escenarios de “sin proyecto”, “con proyecto” y “proyecto con el plan de manejo ambiental”.
- f) Proponer programas y proyectos esenciales para prevenir, mitigar o compensar los impactos negativos y amenazas ambientales, y mejorar o aprovechar los impactos positivos y recursos u oportunidades ambientales asociados al distrito de riego.

1.4. IMPORTANCIA Y APLICABILIDAD

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del distrito de riego Asodriana, es de gran interés para los usuarios, la Corporación Proyectar, alcaldía de Nátaga, opositores, autoridades ambientales y a todos aquellos que de manera directa o indirecta se ven afectados o favorecidos por el proyecto. El estudio determinará los impactos más significativos del distrito de riego y las diferentes medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales y amenazas naturales asociadas al distrito. Una de las finalidades del estudio es el de brindar herramientas de juicio a la Corporación Proyectar y a la asociación Asodriana que coadyuven con el manejo eficiente y sostenible de los recursos naturales, contribuyendo a la construcción o modificación de obras hidráulicas adecuadas para el correcto funcionamiento y por ende a mejorar la calidad de vida de los beneficiarios y la economía de la región.

Es muy gratificante para la Universidad Surcolombiana, en especial el programa de Ingeniería Agrícola que se desarrollen este tipo de estudios que buscan contribuir en la generación de información a través de documentos didácticos, que apoyan el proceso académico de los estudiantes de pregrado y como documentos base para los Grupos de Investigación en el momento de proponer diferentes proyectos enfocados en el fortalecimiento de las líneas de investigación y desarrollo tecnológico con el propósito de buscar el manejo eficiente y sostenible de los recursos en relación con el medio ambiente; Dichas iniciativas de investigación liderados por los Grupos de Investigación ECOSURC, GHIDA y AGROINDUSTRIA-USCO de la Facultad de Ingeniería reconocidos y categorizados por Colciencias, buscan proyectar aún más su capacidad investigativa para el desarrollo de la región Surcolombiana y del país.

El desarrollo de este tipo de estudios a nivel de trabajos de pregrado y posgrado son de gran relevancia para el Grupo ECOSURC, ya que a través de ellos se busca evaluar el actual estado de los recursos naturales que se ven afectados en la ejecución de diferentes proyectos de producción en el departamento y la región surcolombiana. En este contexto, ECOSURC a través de sus trabajos de investigación ha valorado los ecosistemas estratégicos en el Huila y ha recalado la necesidad e importancia de desarrollar proyectos con un enfoque sostenible en el uso de los recursos naturales.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. CONCEPTOS DE IMPACTO AMBIENTAL, AMENAZAS NATURALES Y DESASTRES NATURALES

En aras de obtener mayor claridad y conocimiento de la elaboración del estudio de impacto ambiental (EIA), es esencial distinguir y conocer los diferentes conceptos, definiciones, normatividad y marco legal respectivo que disponemos en el medio, es conveniente considerar el Decreto 2820 de 2010 entre otros documentos.

2.1.1. Impacto Ambiental

El impacto ambiental se define como cualquier cambio neto, positivo o negativo, que se provoca sobre el ambiente como consecuencia, directa o indirecta, de acciones antrópicas susceptibles de producir alteraciones que afecten la salud, la capacidad productiva de los recursos naturales y los procesos ecológicos esenciales (Torres, 2010).

Según el Decreto 2280 de 2010, Impacto Ambiental es “cualquier alteración en el sistema ambiental biótico, abiótico y socioeconómico, que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad”.

2.1.2. Evaluación de Impacto Ambiental

Para Olaya y Sánchez, (1996, 21,36) la evaluación de impacto ambiental es la valoración cualitativa y cuantitativa documentada sobre la importancia ambiental de los proyectos, actividades, productos y servicios (existentes y planificados).

En la evaluación de impacto ambiental, se forma un juicio previo, imparcial y lo menos subjetivo en la medida posible sobre la importancia de cada uno de los impactos que se producen y la posibilidad de evitarlos o minimizarlos a niveles permitidos o aceptables. “En la evaluación de impacto ambiental se involucran términos, conceptos, etapas, directrices metodológicas y resultados que influyen o deben influir significativamente en toma de decisiones fundamentales sobre la viabilidad de un proyecto”. Dichas etapas son (Olaya y Sánchez, 1996):

- a) Solicitud de autorización o licencia ambiental, para la ejecución del proyecto
- b) Clasificación ambiental del proyecto
- c) Elaboración y adopción de términos de referencia para el estudio de impacto ambiental (EIA)
- d) Elaboración del EIA
- e) Presentación del EIA

- f) Revisión, análisis y evaluación del EIA
- g) Mejoramiento del EIA
- h) Concepto de viabilidad ambiental del proyecto
- i) Otorgamiento de la licencia ambiental
- j) Ejecución del plan de manejo ambiental (PMA) del proyecto y cumplimiento de las obligaciones establecidas con la autorización o licencia ambiental
- k) Supervisión de la ejecución del PMA y del cumplimiento de las obligaciones establecidas en la licencia ambiental
- l) Actualización del EIA y el PMA.

2.1.3. Amenazas y desastres naturales

En concordancia con el Plan Territorial para la Prevención y Atención de Desastres del Departamento del Huila 2004-2015 (Gobernación del Huila, 2005,49), la amenaza está relacionada con el peligro latente asociado con un fenómeno de carácter físico (origen natural), tecnológico o antrópico que se presenta en un lugar determinado en un lapso de tiempo, generando un efecto negativo en las comunidades, recursos naturales, bienes y servicios. La amenaza se cuantifica según su magnitud, frecuencia o intensidad.

De acuerdo a las opiniones de expertos en el tema (OAS, 2011), los desastres naturales son alteraciones intensas de las personas, los bienes, los servicios y el medio ambiente causados por un suceso natural o generado por el hombre que exceden la capacidad de respuesta de la comunidad afectada. La Organización de Naciones Unidas (ONU) establece unos criterios para clasificar los desastres en desastres naturales y desastres sociales. Los desastres son generados por la fuerza de la naturaleza, en los que están los sismos o terremotos, maremotos o tsunamis, erupciones volcánicas, aludes, derrumbes, deslizamientos de tierra, aluviones, tormentas, granizadas, sequías-inundaciones, tornados y huracanes. En cambio los desastres sociales son generados por el hombre como son: derrames de sustancias tóxicas, explosiones, incendios, terrorismo, subversión, contaminación ambiental, explotación irracional o inadecuada de los recursos naturales renovables (bosques, suelo) y no renovables (minerales, etc.).

El Departamento Nacional de Planeación DNP (Colombia. Presidencia, 2005), menciona la vulnerabilidad como referencia a la susceptibilidad de un sistema social que es afectado por una amenaza como la capacidad del mismo de sobreponerse luego de su afectación. Según autor mencionado anteriormente, citado por Rincón y Trujillo (2009, 19), la amenaza y la vulnerabilidad se debe evaluar necesariamente uno en relación con el otro, ya que ninguno puede generarse de forma independiente (no existe amenaza sin vulnerabilidad, ni vulnerabilidad sin amenaza).

De acuerdo con OAS (2011), entre los fenómenos naturales potencialmente peligrosos, se tienen los de granizo, huracanes, incendios, tornados, tormentas tropicales, inundación costera, desertificación, salinización, sequía, erosión y sedimentación, desbordamiento de ríos, olas ciclónicas, temblores, tsunamis, avalanchas de ripio, deslizamientos, hundimientos de tierra, etc.

Terremotos

Los terremotos de acuerdo con la fuente bibliográfica OAS (2011), es el movimiento de la Tierra causada por la liberación de energía acumulada durante largos periodos de tiempo. Los terremotos ocurren comúnmente en la zona de choque de las placas tectónicas al igual que los volcanes. Los terremotos en particular presentan una seria amenaza debido a la irregularidad en los intervalos de tiempo entre eventos, a la falta de sistemas adecuados de pronóstico y a los riesgos relacionados con construcciones situadas en el centro del terremoto, el desplome en áreas pobladas, derrumbes a causa de temblores en áreas de topografía con una pendiente significativa. Estas son una de las amenazas de carácter geológicas de gran poder destructivo (Rincón y Trujillo, 2009, 19-20).

Volcanes

En concordancia con OAS (2011), “los volcanes son fisuras de la corteza terrestre, de las que escapan a la superficie rocas fundidas y gases”. Los volcanes en lo general son estructuras compuestas de material fragmentado y corrientes de lava. Las amenazas volcánicas se deriva de (2) dos tipos de erupciones: las erupciones explosivas se originan por la rápida disolución y expansión del gas desprendido por las rocas fundidas a medida que se aproximan estas a la superficie terrestre. Por lo tanto las erupciones efusivas que pueden derivar de diferentes fuentes, la mayor amenaza de está es el flujo de materiales (ceniza, lava, fango, palizada) y volumen, su acción y está determinada por la gravedad, topografía y viscosidad del material (Rincón y Trujillo, 2009, 19-20).

Deslizamientos

Según la bibliografía (OAS, 2011) “es un movimiento en masa, de flujo rápido, de grandes volúmenes de materiales (suelos, formaciones superficiales, rocas, cobertura vegetal) que se desprenden y se desplazan pendiente abajo como un solo bloque, sobre un plano resbaloso, inclinado o cóncavo”.

De acuerdo con Ibáñez (2008), Los deslizamientos consisten en un descenso masivo y relativamente rápido, a veces de carácter catastrófico, de materiales, a lo largo de una pendiente. El material se mueve como una masa única, no como varios elementos que se mueven a la vez. Según OAS (2011), “los deslizamientos incluyen derrumbes, caídas y flujo de materiales no

consolidados, que pueden activarse a causa de terremotos, erupciones volcánicas, suelos saturados por fuertes precipitaciones o por el crecimiento de aguas subterráneas y por el socavamiento de los ríos”. Los deslizamientos se categorizan en diferentes clases como el desprendimiento de rocas que se caracteriza por la caída libre de rocas desde un acantilado, los derrumbes y las avalanchas.

Según Ibáñez (2008), los deslizamientos se subclasifican en: traslacionales o rotacionales según que la superficie de despegue sea plana o cóncava, respectivamente. En los deslizamientos por rotación, el giro se efectúa conforme a un eje paralelo a la fachada, en tales casos los frentes de avance y/o las terrazas de asentamiento, podrían quedar incluso en contra pendiente.

Erosión y Sedimentación

Continuando con la fuente bibliográfica OAS (2011), la erosión y su consecuencia en la sedimentación hacen parte de uno de los eventos naturales que causan pérdidas económicas y sociales significativas. Este tipo de suceso se presenta en cualquier tipo de condiciones climáticas, aunque se considera que los daños son más significativos en zonas áridas, ya que con el nivel de salinización de los suelos en estas zonas es un factor en el proceso de desertificación, causando daños importante como la pérdida de soportes y nutrientes necesarios para el normal crecimiento de cultivos.

Desertificación

La Convención de las Naciones Unidas (CLD, 1994), en la lucha contra la desertificación lo definen como “la degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y sub-húmedas secas resultante de diversos factores, tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas. De igual forma la desertificación es el resultado de una serie de acciones generalmente causados por períodos de sequías prolongados en ciclos climáticos (OAS, 2011). Las actividades agrícolas que más contribuyen en este proceso están el sobrepastoreo en tierras de secano, la labranza en zonas semiáridas donde la limitante en la producción es el recurso hídrico (Rincón y Trujillo, 2009, 19-20).

Inundaciones

La inundación “es un evento natural y recurrente que se produce en las corrientes de agua, como resultado de lluvias intensas o continuas que, al sobrepasar la capacidad de retención del suelo y de los cauces, desbordan e inundan llanuras, aquellos terrenos aledaños a los cursos de agua (OAS, 2011).

Las inundaciones son fenómenos naturales que ocurren en intervalos de tiempo irregulares en todos los cursos de agua (OAS, 2011). Se identifican dos tipos de inundaciones: La primera, es el desbordamiento de ríos cuando se excede su capacidad en los canales encargados de conducir el agua, produciendo una escorrentía como consecuencia de las fuertes precipitaciones y la segunda, originadas en el mar causadas por olas ciclónicas que se deben a un crecimiento anormal del nivel del mar asociado con otros fenómenos como los huracanes y otras tormentas marítimas (Rincón y Trujillo, 2009, 20).

Avalancha

De acuerdo a la cita bibliográfica OAS (2011), define avalancha como el “movimiento de masa que se desplaza bruscamente por las laderas de una montaña, arrastrando gran cantidad de material rocoso, escombros de diferentes tamaños e incluso arbustos y árboles; el principal agente es la gravedad. Las avalanchas pueden variar desde un pequeño e inofensivo flujo superficial hasta una gigantesca masa destructiva y letal que puede alcanzar grandes dimensiones. Cuando el origen de los materiales es volcánico, recibe el nombre de lahar”.

El Fenómeno de El Niño Oscilación del Sur

De acuerdo con Poveda (2003), “es un evento natural como resultado de la interacción entre el océano y la atmósfera en la región del Océano Pacífico Ecuatorial”. El fenómeno se manifiesta en escalas de tiempo de meses a años, originando impactos fuertes sobre las condiciones socio-económicas de los habitantes del planeta.

Según Ramírez (2011), es la aparición de corrientes marítimas en las costas del Océano Pacífico de América del Sur, durante el verano del hemisferio Sur. Dicho fenómeno sucede a intervalos de dos a siete años y se caracteriza porque la superficie del mar y la atmósfera sobre él. Se denominó como El Niño ya que fue identificado por pescadores peruanos, puesto que aparecía al finalizar el año, cercano a la Navidad.

La CAM (2010), lo define como “la alteración climática de las corrientes marítimas y atmosféricas de todo el planeta”, generando un sobrecalentamiento en las aguas de la costa pacífica produciendo altas temperaturas durante el día y bajas en la noche. Los altibajos de temperaturas originan las fuertes sequías e intensas lluvias.

Tsunamis

De acuerdo con MARN (2011), Tsunami se define como “una serie de ondas oceánicas generadas por un disturbio impulsivo en el océano, o en un pequeño y conectado cuerpo de agua”. De este modo (Lockridge, 1985), el término incluye ondas generadas por desplazamientos abruptos del fondo oceánico causados por terremotos, movimientos de tierra submarinos, erupciones volcánicas y explosiones.

Según OAS (2011), los Tsunamis son “olas de larga duración originadas por terremotos, actividades volcánicas y derrumbes en el suelo marítimo”. Estas olas (Rincón y Trujillo, 2009, 20) poseen características únicas y por ende difíciles de detectar y monitorear, son olas con 100 km o más de longitud, con velocidades en aguas profundas que llegan hasta 700 Km/h y la altura de las mismas pueden lograr alturas fácilmente superiores a 20 metros en aguas poco profundas

Huracanes

En concordancia con OAS (2011), “es un área de nubes organizadas alrededor de un núcleo con un centro de baja presión. Cuando la presión atmosférica comienza a bajar y las masas de aire confluyen hacia el centro, el aire asciende en forma de espiral dentro del sistema ciclónico. Lentamente el corazón cálido del ciclón trabaja con la superficie oceánica, que suministra la humedad necesaria para su crecimiento y para alcanzar las fases posteriores”.

También puede expresarse que, “los Huracanes son un tipo de ciclón tropical, el término genérico para un sistema de baja presión que generalmente se forma en los trópicos. Un ciclón típico está acompañado de tormentas eléctricas y en el Hemisferio Norte, en sentido de circulación de los vientos cerca de la superficie de la Tierra (FEMA, 2011).

Los huracanes se generan sobre aguas cálidas del océano a bajas latitudes, son depresiones tropicales con actividad lluviosa y eléctrica con vientos centrípetos. Presentan características únicas dado su poder de destrucción al ser de origen espontaneo y movimiento errático (OAS, 2011).

El ojo del huracán mide entre 25 y 35 km, aunque puede variar, los vientos exceden los 64 nudos (119 km/h) y viene acompañado de fuertes precipitaciones de duración de varios días antes y después de su paso (Rincón y Trujillo, 2009, 20).

Tormenta Eléctrica

Es una poderosa descarga electrostática natural producida durante una tormenta, la cual es acompañada por la emisión de luz (relámpago), causada por el paso de corriente eléctrica que ioniza las moléculas de aire. La misma corriente que pasa a través de la atmósfera caliente y expande muy rápido el aire, generando el ruido característico del trueno (Wikipedia, 2010).

Incendio

Son desastres generados por la acción natural o generados por el hombre, el incendio se produce cuando ocurren en el mismo sitio y al mismo tiempo los siguientes componentes: calor, oxígeno (aire) y combustible (material vegetal); si alguno de los tres componentes falta, el fuego no se produce, o si se elimina alguno de ellos (OAS, 2011).

2.2. AMENAZAS Y DESASTRES NATURALES EN EL DEPARTAMENTO DEL HUILA

En el departamento predominan amenazas sísmicas, volcánicas, hidrometeorológicas, por avalanchas, por fenómenos de remoción en masa y erosión, de origen antrópico y socio-natural y, finalmente, pero no menos importante, amenazas regionales relacionadas con el fenómeno de sequías (Rincón y Trujillo, 2009 26-79).

De conformidad con el Plan Territorial para la Prevención y Atención de Desastres del Departamento del Huila (Gobernación del Huila, 2005, 52-74), el territorio presenta un riesgo por amenazas volcánicas, debido que el departamento pertenece a la cadena volcánica asentada en la Cordillera Central en las que están: el Nevado del Huila, el volcán Sotará y otros conos volcánicos de composición básica e inactivos. La inactividad de los mismos no implica una amenaza directa sobre las diferentes poblaciones, el peligro está representado por otros fenómenos asociados al vulcanismo como la caída de piroclastos, acumulación de cenizas y flujos de lodos a lo largo de las cuencas hidrográficas que tienen su origen en los alrededores de los volcanes.

Con base en el documento anteriormente citado (Gobernación del Huila, 2005), el departamento también tiene un alto riesgo por amenazas hidrometeorológicas, debido a las características geológicas, geotécnicas y pendiente del terreno. Los flujos torrenciales en zonas de montaña en las estribaciones de las cordilleras, inundaciones y avalanchas siendo el resultado de eventos combinados entre flujos torrenciales y taponamientos o represamientos de cauces principalmente por deslizamientos. Sin embargo (Rincón y Trujillo, 2009, 26-29) las amenazas regionales relacionadas por los fenómenos de sequías son un problema latente que afectan al departamento y

por ende generando enormes consecuencias en los sistemas productivos del mismo.

Las amenazas de origen volcánica, meteorológicas y de remoción en masa en el departamento del Huila, son muy importantes en varias cuencas hidrográficas, en especial en la cuenca del río Páez, cuyo territorio se encuentra en el municipio de Nátaga y el distrito de riego Asoadriana (PSMV Nátaga, 2007). En concordancia con el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos del Municipio de Nátaga – PSMV (2007, 48), las altas pendientes que predominan en el municipio, aunado a la deforestación, el manejo inadecuado de suelos y agua superficiales hacen que en todo el territorio exista una propensión a las zonas de riesgo por remoción en masa en épocas de invierno; Otro factor que hace de Nátaga una zona con propensión al riesgo es el hecho de hallarse sobre una falla Natural que atraviesa el municipio de occidente a oriente y otra que alcanza a tocarlo en el límite sur oriental (PSMV Nátaga, 2007, 52-53).

2.3. LEGISLACIÓN COLOMBIANA SOBRE LICENCIAS AMBIENTALES, DESASTRES Y AMENAZAS NATURALES CON ÉNFASIS EN ADECUACION DE TIERRAS.

Durante la primera década del siglo XXI, el incremento del número de seres humanos sobre el planeta y el mal uso que se hace de las nuevas tecnologías, está causando importantes cambios en nuestro medio. Esto se debe al continuo incremento en el uso irracional de los recursos, que, sobrepasando un límite, pierden su capacidad de regenerarse adecuadamente.

La conservación del medio ambiente debe considerarse como un sistema de medidas sociales, socioeconómicas y técnico-productivas dirigidas al uso racional de los recursos naturales, la conservación de los complejos naturales típicos, escasos o en vías de extinción, así como la defensa del medio ante la contaminación y la degradación.

En efecto la legislación colombiana cuenta con diferentes normas que se plasman en leyes, decretos que se enfocan en la recuperación, preservación, y conservación de los recursos naturales, cuencas hidrográficas, ecosistemas, entre otros; donde se hace referencia a los impactos ambientales, amenazas y desastres naturales (Rincón y Trujillo, 2009, 27-29).

A continuación se mencionan algunas de las disposiciones legales de mayor relevancia.

2.3.1. Decreto 2858 de 1981, Aprovechamiento del recurso hídrico

El Decreto tiene como finalidad la reglamentación de las normas que están relacionadas con el manejo y aprovechamiento del recurso hídrico en todos sus

diferentes aspectos como son el dominio, ocupación, restricciones y limitaciones de sus cauces entre otros estados (Rincón y Trujillo, 2009, 27-29).

2.3.2. Ley 41 de 1993, Adecuación de tierras

La finalidad de la Ley 41 de 1993 es el de “regular la construcción de obras de adecuación de tierras, con el fin de mejorar y hacer más productivas las actividades agropecuarias”. La adecuación de tierras se define como la construcción de obras de infraestructura destinadas a dotar un área determinada con riego, drenaje o protección contra inundaciones, con el propósito de aumentar la productividad del sector agropecuario, la adecuación de tierras es un servicio público (Artículo 3º). La comunidad, usuarios o beneficiarios deben organizarse (asociaciones) para la puesta en marcha de un proyecto de adecuación de tierras, que en la mayoría de ocasiones establecen las directrices en la entidad administradora (Junta de administración o directiva). Toda persona natural o jurídica en calidad de dueño, tenedor o poseedor acreditado con justo título de un predio en el área del proyecto, hace parte de un distrito de adecuación de tierras. En tal virtud, debe someterse a las normas legales o reglamentarias que regulen la utilización de los servicios, el manejo y conservación de las obras y la protección y defensa de los recursos naturales (Artículo 5º).

El organismo rector de todas las políticas de adecuación de tierras es el Ministerio de Agricultura, quien tendrá en el Consejo Superior de Adecuación de Tierras, el organismo consultivo y coordinador de dichas políticas, en el Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER), antes Instituto Nacional de Adecuación de Tierras (INAT), el cual sustituyó al Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras (HIMAT), junto a otras entidades públicas y privadas, los organismos ejecutores y el Fondo Nacional de Adecuación de Tierras, la unidad administrativa de financiamiento de los proyectos a ejecutar.

Para la selección de los proyectos prioritarios y su ejecución se tienen en cuenta los siguientes criterios entre otros:

- a) Grado de interés de las comunidades en la ejecución del proyecto.
- b) Rentabilidad social del proyecto.
- c) Localización estratégica, medianos y grandes centros de consumo.

2.3.3. Ley 373 de 1997, Programa de uso eficiente y ahorro de agua

La Ley 373 de 1997 establece el programa para el uso eficiente y ahorro de agua. Especifica en sus 18 artículos el plan ambiental que se debe desarrollar donde se vinculan ciertos parámetros para la elaboración de programas que garantice el uso adecuado del agua implementando ciertas medidas de prevención y sanciones a quienes desacaten lo establecido en la Ley.

2.3.4. Decreto 1900 de 2006, Porcentaje de inversión al medio ambiente para proyectos que usen el agua de fuentes naturales

El Decreto 1900 de 2006 establece que todo proyecto en el cual se use de manera directa el agua, ya sea a través de fuentes naturales, sea superficial o subterránea y por ende esté sujeto a la obtención de la licencia ambiental, el proyecto deberá destinar el 1% del total de la inversión para la recuperación, conservación, preservación sobre la cuenca hidrográfica a la que pertenece la fuente hídrica.

En el Decreto en mención se considera que un proyecto realice la inversión del 1% siempre y cuando cumpla con unas condiciones como: Si requiere licencia ambiental, toma el agua de una fuente natural, diferentes usos al agua, etc., (Min. Ambiente, 2006).

2.3.5. Decreto 1324 de 2007, Registro de usuarios del recurso hídrico

A través del Decreto 1324, se crea el Registro de Usuarios del Recurso Hídrico y otras disposiciones, con la finalidad de obtener información de las personas que usan y aprovechan el recurso hídrico y estimar los requerimientos y usos del agua, identificar las cuencas hidrográficas con mayor demanda y su estado actual (Min. Ambiente, 2007).

2.3.6. Decreto 2820 de 2010, Términos de referencia para estudios de impacto ambiental

El Decreto 2820 de 2010 establece que El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en primera instancia expedirá los términos de referencia para la elaboración de estudios ambientales y la autoridad ambiental competente podrá adaptarlos a las particularidades del proyecto, obra o actividad. Los estudios ambientales a los que se hace referencia, son el Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA), el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) y el Plan de Manejo Ambiental (PMA); por ende el solicitante de la licencia ambiental deberá utilizar los términos de referencia, de acuerdo con las condiciones específicas del proyecto.

Según el artículo 3º del mismo Decreto “La licencia ambiental, es la autorización que otorga la autoridad ambiental competente para la ejecución de un proyecto, obra o actividad, que de acuerdo con la Ley y los reglamentos pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje; la cual sujeta al beneficiario de esta, al cumplimiento de los requisitos, términos, condiciones y obligaciones que la misma establezca en relación con la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales del proyecto, obra o actividad autorizada”.

Previamente al inicio del proyecto deberá obtenerse la respectiva licencia la cual comprenderá de todos los permisos, autorizaciones y/o concesiones para el uso, aprovechamiento de los recursos naturales renovables, que sean necesarios para el desarrollo y operación del proyecto.

La licencia ambiental se otorgará por la vida útil del proyecto, obra o actividad y cobijará las fases de construcción, operación, mantenimiento, desmantelamiento, abandono y/o terminación pertinentes y será única (Artículo 3º y 6º).

Estudios de impacto y Plan de manejo ambiental

El estudio de impacto ambiental (EIA) según el artículo 21º del Decreto 2820 de 2010 “es el instrumento básico para toma de decisiones sobre proyectos, obras o actividades que requieren licencia ambiental y se exigirá en todos los casos en que se requiera licencia ambiental de acuerdo con la Ley y el presente reglamento se requiera”.

Para elaborar el EIA se deben tener en cuenta unos lineamientos o términos de referencia dependiendo de las condiciones del proyecto. Los términos de referencia son los lineamientos generales donde la autoridad ambiental competente señala para la elaboración y ejecución de los estudios ambientales (Artículo 14º).

Quien solicita la licencia ambiental debe utilizar los términos de referencia, de acuerdo con las condiciones específicas del proyecto, obra o actividad que se pretende desarrollar. El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial es el ente encargado de expedir los términos de referencia de forma específica para cada caso (Artículo 14º).

Las autoridades competentes son las encargadas de otorgar o negar la licencia ambiental según el artículo 2º, el estudio de impacto ambiental es el conjunto de la información que deberá presentar ante la autoridad competente el peticionario de una licencia ambiental.

El estudio de impacto ambiental se exigirá en todos los casos en que se requiera licencia ambiental, de acuerdo con la Ley y el Decreto 2820 de 2010. El EIA deberá corresponder en su contenido y profundidad a las características y entorno del proyecto, obra o actividad. En general su contenido es el siguiente:

1) Un resumen ejecutivo de su contenido.

2) La delimitación del área de influencia directa e indirecta del proyecto, obra o actividad.

- 3) La descripción del proyecto, obra o actividad, la cual incluirá: localización, etapas, dimensiones, costos estimados, cronograma de ejecución, procesos, identificación y estimación básica de los insumos, productos, residuos, emisiones, vertimientos y riesgos inherentes a la tecnología a utilizar, sus fuentes y sistemas de control.
- 4) La determinación de los recursos naturales renovables que se pretenden usar, aprovechar o afectar para el desarrollo del proyecto, obra o actividad.
- 5) La descripción, caracterización y análisis del medio biótico, abiótico, socioeconómico y cultural en el cual se pretende desarrollar el proyecto, obra o actividad.
- 6) La identificación y evaluación de los impactos ambientales que puedan ocasionar el proyecto, obra o actividad, indicando cuáles pueden prevenirse, mitigarse, corregirse o compensarse.
- 7) La propuesta de plan de manejo ambiental del proyecto, obra o actividad

El Plan de Manejo hace parte del estudio de impacto ambiental y según el artículo 1º del Decreto 2820 de 2010 “Es el conjunto detallado de actividades, que producto de una evaluación ambiental, están orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad”.

El plan de manejo ambiental (PMA) debe contener de acuerdo al Decreto 2820 de 2010 medidas de prevención, mitigación, corrección y compensación para maximizar o minimizar los impactos ambientales. El Plan de Manejo a su vez se conforma con programas, proyectos y actividades.

2.4. EXPERIENCIAS ACADÉMICAS DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA EN EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL CON ÉNFASIS EN PROYECTOS DE RIEGO Y AFINES

En el ámbito de producción eficiente y sostenible es esencial evaluar todos los recursos que allí intervienen. Los estudios de impacto ambiental (EIA) son una herramienta de juicio que permite identificar las obras, actividades de los proyectos que generan los impactos más significantes y la elaboración de las medidas necesaria para contrarrestar o maximizar dichos impactos que conforman el plan de manejo ambiental (PMA).

El programa de Ingeniería Agrícola, el Grupo de Investigación Ecosistemas Surcolombianos (ECOSURC), ha aportado diversos trabajos de investigación de manera constante enfocados en la evaluación ambiental de diferentes proyectos realizados en la región. Entre los más representativos se encuentra

el trabajo de grado estudio de impacto ambiental (EIA) y amenazas naturales de cinco distritos de riego en la cuenca media y baja del Río Cabrera en el departamento del Huila (Rincón y Trujillo, 2009), el cual constituye uno de los componentes del proyecto de investigación “Impacto de El Niño del Sur y otros fenómenos hidrometeorológicos en la cuenca hidrográfica del río Cabrera, departamento del Huila” que adelanta el Grupo (ECOSURC) de la Universidad Surcolombiana.

También en el Programa de Ingeniería Agrícola, Soto (2012) realizó el trabajo de grado impactos ambientales y amenazas naturales de cuatro distritos de riego en la cuenca del río Villavieja en los municipios de Baraya, Tello y Villavieja, bajo la dirección del Grupo ECOSURC.

Por otra parte, se hizo el trabajo de grado de evaluación de la gestión del riesgo y su incorporación en los planes de ordenamiento territorial de los municipios en las subregiones norte y occidente del departamento del Huila, el cual identifica los riesgos que están expuestos los municipios ubicados al norte (Castiblanco, 2008).

El trabajo de grado para el proyecto minidistrito de riego Asomiraflores por Ramírez y Palacios (2004) en el municipio de Garzón-Huila, corresponde a un estudio de impacto ambiental y amenazas naturales durante las fases de diseño, construcción y operación y su respectivo plan de manejo, que facilita la toma de decisiones durante las diferentes fases del proyecto.

También se hizo el trabajo de grado es el Estudio de impacto ambiental aplicado al rediseño del distrito de riego Las Mercedes ubicado en el municipio de Villavieja-Huila (Álvarez y Rodríguez, 1998).

2.5. EL MANEJO DEL AGUA, SUELOS Y RESIDUOS DE LOS CULTIVOS DE CACAO

El cultivo de cacao se puede desarrollar en zonas ubicadas entre 0 y 1000 m.s.n.m., aunque lo óptimo son altitudes entre 400 y 800 m.s.n.m., con temperaturas medias altas, entre los 23 - 28 °C, humedad relativa entre 70 - 80%. Las necesidades de agua oscilan entre 1500 y 2500 mm en las zonas bajas más cálidas y entre 1200 y 1500 mm en las zonas más frescas o los valles altos. Para el buen desarrollo del cultivo se debe evitar variaciones excesivas de temperaturas y vientos permanentes que pueden causar el rompimiento de las ramas y la pérdida de follaje (Rojas y Sacristán, 2010).

Los cultivos de cacao para tener mayor producción y calidad del grano, requieren el suministro de agua mediante riego, debido a los diferentes manejos del agua, el uso restringido del recurso hídrico constituye una dificultad para los agricultores, sin embargo al déficit de agua en el suelo durante la mayor parte del tiempo dificulta el normal desarrollo del cultivo.

Según Rojas y Sacristán (2010), los suelos requeridos para el cultivo de cacao deben tener ciertas propiedades físicas y químicas, entre ellas tenemos:

- i) La profundidad del suelo para el crecimiento de las raíces debe ser mayor de 1.5 metros.
- ii) Requiere un suelo bien drenado durante las épocas de lluvia y con buena retención de humedad en el tiempo seco, estas condiciones las tienen los suelos denominados franco arenoso, franco limoso o franco arcilloso.
- iii) La profundidad en que se encuentra el agua del suelo o nivel freático debe estar por debajo de 1.5 metros.
- iv) Se desarrolla mejor en terrenos ondulados y pendientes, aunque también se puede cultivar en terrenos planos.
- v) Requiere de materia orgánica que le permita retener humedad y le proporcione nutrientes al cultivo.
- vi) Suelos con un pH de 5,5 a 7,5. Se puede decir que el cacao es una planta que prospera en una amplia diversidad de tipos de suelo. El factor limitante del suelo en el desarrollo del cacao es la delgada capa húmica.

Por otro lado, los residuos del cacao, principalmente las cáscaras, son de lenta degradación en condiciones naturales, debido principalmente al alto contenido de celulosa y otros compuestos carbonados. Las cáscaras del cacao representan las 2/3 partes del fruto y con el manejo tradicional del agricultor se ha convertido en una fuente de propagación de microorganismos patógenos, (Medeiros, 1994). Cabe resaltar que en el marco de competitividad y desarrollo sostenible, es esencial evaluar todos los recursos que intervienen en el cultivo de cacao en aras de maximizar el aprovechamiento y uso eficiente de los mismos.

Cuadro 1. Fases, etapas y métodos

FASES		ETAPAS		MÉTODOS
F _i	Nombre	E _{ij}	Nombre	
F ₁	Preliminar	E ₁₁	Recopilación de la bibliografía especializada y cartográfica del área de estudio.	Revisión de literatura y cartografía.
		E ₁₂	Recopilación de información sobre el área de influencia del proyecto.	Reconocimiento de Campo.
		E ₁₃	Asesoría para la elaboración del anteproyecto.	Reunión de trabajo entre el autor y el director del trabajo de grado.
		E ₁₄	Presentación del Anteproyecto (Documento N° 1).	Elaboración del anteproyecto con la dirección del director de grado.
F ₂	Identificación, valoración y descripción de las características hidráulicas del distrito de riego.	E ₂₁	Recopilación de información sobre el área de influencia del proyecto.	Revisión de la documentación respectiva y del proyecto del distrito de riego.
		E ₂₂	Descripción de las características del distrito de riego Asodriana.	Visita a campo, reunión de trabajo y análisis de la información técnica agroambiental del proyecto.
F ₃	Identificación, valoración y descripción de los impactos ambientales y amenazas naturales	E ₃₁	Determinación y descripción del área de influencia del distrito de riego Asodriana.	Método de Olaya (2003,253-268) para delimitar y zonificar áreas de influencia.
		E ₃₂	Identificación de los impactos ambientales y amenazas naturales.	Reconocimiento de campo en el área de influencia del proyecto de riego, aplicación y tabulación de las encuestas a la población del área d estudio.
		E ₃₃	Selección de los impactos ambientales más significativos y amenazas naturales, según las metodologías aplicadas.	Reunión de trabajo entre el autor y el director del trabajo de grado, donde se analizara los impactos y se discutirán su incidencia en la zona.

Continuación de cuadro No. 1. Fases, etapas y métodos

FASES		ETAPAS		MÉTODOS
F _i	Nombre	E _{ij}	Nombre	
F ₃	Identificación, valoración y descripción de los impactos ambientales y amenazas naturales	E ₃₄	Descripción de los impactos ambientales y amenazas naturales.	Elaboración de resúmenes de los impactos y las amenazas con base en la información recolectada en campo.
F ₄	Comparación de impactos y viabilidad ambiental del Proyecto de riego	E ₄₁	Ponderación de impactos ambientales en los diferentes escenarios establecidos.	Evaluación de los impactos ambientales a través del método de Jorge Alonso Arboleda y Batelle Columbus.
		E ₄₂	Determinación de la viabilidad ambiental del proyecto de riego.	Con base al orden de viabilidad por cada uno de los métodos aplicados, se hace una comparación entre los métodos y se define la viabilidad ambiental final del proyecto.
F ₅	Elaboración del Plan de Manejo Ambiental	E ₅₁	Identificación de las medidas para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales y amenazas naturales.	Revisión y análisis de la legislación ambiental, documentos y discusión de grupo de trabajo.
		E ₅₂	Elaboración y estructuración del plan de manejo ambiental.	Reunión con el director del trabajo de grado con el autor para analizar y discutir los resultados alcanzados en la E ₅₁ .
		E ₅₃	Elaboración del cronograma y presupuesto para el plan de manejo ambiental.	Reunión del grupo de trabajo para evaluar los ítems del presupuesto y normal desarrollo.

Continuación de cuadro No. 1. Fases, etapas y métodos

FASES		ETAPAS		MÉTODOS
Fi	Nombre	Eij	Nombre	
F ₆	Preparación, sustentación y entrega del informe final.	E ₆₁	Presentación del Informe final del trabajo de grado (Documento N° 3.).	Documento en medio físico y en medio magnético.
		E ₆₂	Sustentación del trabajo de grado.	Exposición magistral al director del trabajo de grado, jurados y asistentes presentes de los resultados alcanzados durante toda la formación académica.
		E ₆₃	Entrega del trabajo de grado.	Entrega del informe final a la Universidad y al director del trabajo de grado.

Fase 1. Fase preliminar

En la fase 1 se recibieron las asesorías correspondientes del director del trabajo de grado y se efectuó una revisión de documentos que se refieren a la cartografía del área de estudio, y estudios previos, así como las características de diseño del distrito de riego tales como: diseños, planos y memorias de cálculo fueron proporcionados por la Corporación Proyectar (autora del proyecto de riego) y Alcaldía municipal de Nátaga, respectivamente.

Fase 2. Identificación, valoración y descripción de las características hidráulicas del distrito de riego.

Con información obtenida en la Fase 1, se realizaron reconocimientos en campo e identificación de las características agroambientales de la zona, y entrevistas al Secretario de la Alcaldía de Nátaga, líderes gremiales, habitantes del área de influencia y otros miembros de la asociación de usuarios del distrito (anexo A).

Fase 3. Identificación, valoración y descripción de los impactos ambientales y amenazas naturales.

Para la delimitación del área de influencia se adoptó la metodología de Olaya (2003, 253-268), la cual expresa que el área de influencia de un sistema de adecuación de tierras está determinado por los impactos positivos (IP_h) y negativos (IN_i) que actúan sobre los diferentes ámbitos naturales, sociales, económicos o de otro tipo, como también, por sus oportunidades (RO_i)

y amenazas (RA_k) que intervienen a favor o en contra de dicho sistema respectivamente, dicha área está dada por la siguiente ecuación:

$$A_H = A_1 U A_2 U A_3 U A_5 U A_6 U A_7 U A_{10} \quad (\text{Ecu 1.})$$

Dónde:

A_H = Es el área de influencia hipotética de los distritos de adecuación de tierras y dado que cada A_S representa el área de un sistema s , que actúa como receptor de IPh o INi o como generador de ROj o RA_k ; dicha área se puede conocer mediante operaciones de unión de todas las A_S como se indica en la fórmula, las cuales van desde $A_1UA_2UA_3U...UA_{14}U...UA_m$, dependiendo del tipo de distrito de riego, pero, para el caso de este estudio de investigación aplican:

A_1 = Área del mismo distrito de riego objeto de estudio.

A_2 = Área de residencia de actuales o potenciales usuarios y personal vinculados laboralmente al distrito.

A_3 = Área de los actuales o potenciales centros agroindustriales y de comercialización con fines agropecuarios.

A_5 = Área de infraestructura vial, ferroviaria, o de transporte aéreo, marítimo o fluvial, asociada actual o potencialmente al distrito.

A_6 = Área de otros sistemas de adecuación de tierras actuales o potenciales, asociados al distrito.

A_7 = Área de actuales o potenciales acueductos para abastecimiento de agua con fines domésticos urbanos o rurales, asociados al distrito.

A_{10} = Área de cuencas hidrográficas, de valles, de cañones o de ecosistemas acuáticos loticos que hacen parte de los sistemas del distrito

La identificación de los impactos ambientales y amenazas naturales se hizo mediante la matriz de Leopold, diagrama de redes y encuesta; esta última se aplicó a una muestra representativa de los usuarios del distrito de riego,

seleccionados al azar, obtenida por medio de la fórmula estadística de Martínez (1998, 354), así:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{(N - 1) E^2 + Z^2 * p * q} \quad (\text{Ecu 2.})$$

Dónde:

n = Es el tamaño de la muestra a aplicar, se considera como una primera aproximación y está definida por las variables = 30 usuarios

Z: Es el nivel de confianza

P: Es la variabilidad positiva

Q: Es la variabilidad negativa

N: Es el tamaño de la población = 60 usuarios

E: Es la precisión o el error

Para la valoración de los impactos y amenazas naturales se determinó la frecuencia absoluta y el porcentaje de acuerdo a la información suministrada por las encuestas. La descripción de los mismos se efectuó de una forma integrada a las opiniones de los usuarios del proyecto.

Los impactos positivos figuran abreviadamente mediante el símbolo IP_h; los negativos con el símbolo IN_i; y las amenazas o restricciones naturales mediante el símbolo RA_k.

Fase 4. Comparación de impactos, oportunidades, amenazas, y viabilidad ambiental del proyecto de riego

En la comparación de los impactos, se elaboró un esquema entre los impactos identificados por la matriz de Leopold, diagramas de redes y por la encuesta; posteriormente, para su ponderación se aplicaron los métodos de Jorge Alonso Arboleda y Batelle Columbus.

Una vez seleccionados los impactos positivos y negativos, oportunidades y amenazas, se realizara una homologación con la Tesis de Doctorado de Olaya (2003), al ser un trabajo de investigación donde identifica todos los posibles impactos, recursos y amenazas que se generan con la implementación de proyectos de riego, al tener como área de estudio proyectos de grande, mediana y pequeña escala desarrollados en todo el país.

Para determinar la viabilidad ambiental de proyecto, se tuvo en cuenta 4 escenarios o alternativas en donde se evaluó el nivel de incidencia del proyecto o en ausencia de él en cada uno de los escenarios, que más adelante se describen.

Fase 5. Elaboración del Plan de Manejo Ambiental

Una vez seleccionado los impactos de mayor incidencia mediante las metodologías expuestas anteriormente, se elaboran los objetivos para maximizar los impactos positivos y minimizar los impactos negativos; consecuentemente se elaboró un paquete de programas conformados con una serie de proyectos que en conjunto buscan medidas para prevenir, controlar, mitigar, corregir, compensar los impactos negativos y optimizar los impactos positivos generados por el distrito de riego.

Fase 6. Preparación, sustentación y entrega del informe final

Siendo la fase 6 la última del proyecto, se destinó a la presentación final del trabajo de grado realizado por el autor; ante el director y los jurados calificadores del proyecto para su evaluación, ajustes y aprobación, para luego ser sustentado ante los mismos en una exposición magistral.

3.3. METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y PONDERACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

En el proceso de identificación de los impactos ambientales del proyecto, se aplicaron los siguientes métodos: método de la encuesta con observaciones de campo, método de la matriz de Leopold y diagramas de redes. Para la ponderación y selección de los impactos más relevantes se aplicaron los métodos de Batelle Columbus y Jorge Alonso Arboleda (cuadro 3).

3.3.1. Matriz de Leopold

La matriz original es una lista de aproximadamente de 100 acciones que pueden causar cambios ambientales y 88 elementos ambientales que pueden ser afectados. Las acciones se ubican en el eje horizontal formando las columnas y en el eje vertical los elementos que a su vez forman filas. Las interacciones de los 2 ejes forman una casilla, la cual representa un impacto ambiental. Para la aplicación de la matriz de Leopold se hizo una adaptación y reducción específica al Proyecto Asodriana obteniendo como resultado 17 columnas y 15 filas. En la parte derecha y punto inferior de la matriz hay 3 columnas y 3 filas, las cuales corresponden al resumen de las interacciones de la columna y la fila; son denominados en el caso de las columnas de mayor magnitud, mayor importancia y la acción en la categoría con mayores impactos; en el caso de las filas son denominados números de impactos, la característica con mayor impacto en las categorías y factores beneficios (Fonseca, 1993, 75-79).

3.3.2. Diagramas de Redes

Este método integra las causas de los impactos y sus consecuencias a través de la identificación de las interrelaciones que existe entre las acciones causales y los factores ambientales que reciben el impacto incluyendo aquellos que representa sus efectos secundarios y terciarios (Canter 1998). Dicha interrelación se presenta a través de esquemas que ilustra cuales son los impactos directos e indirectos; en el cuadro 2 se expresan los criterios para la selección de los impactos de mayor importancia.

Cuadro 2. Criterios para aplicar en el método de redes.

Grado de generación (G1)	Grado de Influencia (I1)	Puntaje	Orden de importancia
1° Generación G=3	Fuerte: (1=3)	6	1°
	Moderada: (1=3)	2	2°
	Leve: (1=3)	4	3°
2° Generación G=2	Fuerte: (1=3)	5	2°
	Moderada: (1=3)	4	3°
	Leve: (1=3)	3	4°
3° Generación G=1	Fuerte: (1=3)	4	3°
	Moderada: (1=3)	3	4°
	Leve: (1=3)	2	5°

Los impactos fueron preseleccionados a partir del grado de generación, grado de influencia e importancia, en conformidad con los criterios y puntaje presentados en el cuadro 2.

3.3.3. Método de la encuesta

El método fue aplicado a 30 personas beneficiarios del proyecto, funcionarios de la Alcaldía del municipio de Nátaga y funcionarios de la Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR). Para la aplicación de este método se adoptó el formato propuesto por Olaya (2003) donde se busca adquirir información acerca de los posibles beneficios, amenazas e impactos que puede generar el respectivo proyecto. En los anexos A y B se encuentran el formato de la encuesta y la lista de encuestados respectivamente.

3.4. METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LA VIABILIDAD AMBIENTAL DEL PROYECTO

Con el fin de dar un mejor uso y aprovechamiento de los recursos naturales, la legislación colombiana ha promulgado diferentes disposiciones legales (Ley 99 de 1993, Decreto 2820 de 2010, entre otras) donde se reglamenta la ejecución de la evaluación de impacto ambiental a los diferentes proyectos, obras o

actividades. Por lo tanto, para la aprobación de un proyecto de inversión, se debe tener en cuenta el estudio de la viabilidad técnica, ambiental, legal y económica del proyecto. La viabilidad técnica consiste en establecer si es posible física o materialmente realizar el proyecto. La viabilidad legal busca el cumplimiento de las leyes que reglamentan la ejecución normal de un proyecto. El estudio de viabilidad económica pretende definir mediante la relación beneficio-costos estimados de un proyecto si es recomendable su ejecución y posterior operación. Para determinar la viabilidad ambiental, en efectos del presente estudio se tuvo en cuenta los siguientes escenarios o alternativas:

(SCSR) = Sin cultivo de cacao y sin proyecto de riego

(CSP) = Con cultivo de cacao pero sin proyecto de riego

(CPR) = Con cultivo de cacao y con proyecto de riego

(CRPM) Con cultivo de cacao, con proyecto de riego y plan de manejo

3.4.1. Método de ponderación de Battelle Columbus

Según la metodología original de este método, es una lista de chequeo que incorpora la ponderación numérica de las características ambientales y la conversión de valores medidas a unidades conmensurables para facilitar comparaciones directas. Las características de los parámetros ambientales, en total son 78, agrupados en 18 componentes asociados en 4 categorías, a saber: ecología, contaminación ambiental, estética e intereses humanos (Fonseca, 1993, 83-84).

Para el caso específico del proyecto Asodriana, este método se adaptó, organizando los impactos ambientales en categorías medio-ambientales: contaminación ambiental, sociales y económicas, subdividiendo cada impacto en diferentes parámetros que permitan su medición; para los valores de ponderación se tomó como base (1000) mil puntos repartidos en las 3 categorías; dentro de cada una, a cada impacto le fue asignado un valor; al final, la sumatoria del peso de todos los parámetros de una misma categoría debe ser igual al peso asignado previamente a esta.

3.4.2. Método de calificación ambiental de Jorge A. Arboleda

El desarrollo de este método se llevó a cabo mediante la identificación y posterior evaluación individual de los impactos generados por el proyecto con base en 5 factores o criterios característicos de cada impacto, las cuales son: clase (C), presencia (P), evolución (E), magnitud (M) y duración (D). La evaluación ambiental se realizó luego, utilizando la ecuación de calificación ambiental ($Ca = [P (a E M + b D)]$), desarrollada por las Empresas Públicas de Medellín, individualmente a cada criterio. El valor absoluto de Ca obtenido en la ecuación, será mayor que cero y menor o igual a 10, cuyo valor numérico se convierte luego en una expresión que indica la importancia del impacto (muy alta, alta, media, baja y muy baja), asignándole unos rangos y valores que

pueden diferir según el tipo de proyecto y que definen el orden de viabilidad (Arboleda, 1994, 71-81).

3.5. METODOLOGÍA PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO

Una vez seleccionado los impactos de mayor incidencia mediante las metodologías expuestas anteriormente (Matriz de Leopold, Diagrama de Redes y Encuesta), se elaboran los objetivos para maximizar los impactos positivos y minimizar los impactos negativos; consecuentemente se elaboraron proyectos acorde con los objetivos establecidos. Cada proyecto contempla una serie de medidas para prevenir, controlar, mitigar y compensar los impactos negativos y maximizar los impactos positivos generados por el desarrollo del proyecto.

Una vez elaborados los proyectos se agruparon en programas, cada programa con un enfoque diferente. Finalmente, se obtuvieron los programas y a la vez los proyectos del plan de manejo ambiental que se requieren de acuerdo a los impactos ambientales, amenazas y oportunidades que se generan en el proyecto de riego.

Cabe señalar, que las opiniones, observaciones y recomendaciones recogidas mediante la aplicación de herramientas participativas (encuesta y conversatorios) con la comunidad, se tuvieron en cuenta para la formulación del plan de manejo. Algunas personas, manifestaron posibles alternativas de solución para contrarrestar o potencializar los impactos ambientales que se generan a partir del distrito de riego.

En este sentido, el plan de manejo se elaboró enfocado a lograr una apropiación social del conocimiento por parte de la comunidad y desarrollar programas que coadyuven al desarrollo y operatividad del distrito de riego para aumentar la producción de los sectores productivos beneficiarios y el uso racional de los recursos naturales que allí intervienen.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

Para la delimitación del área de influencia se adoptó la metodología de Olaya (2003, 253-268):

$$A_H = A_1 U A_2 U A_3 U A_5 U A_6 U A_7 U A_{10} \quad (\text{Ecu 1.})$$

A continuación se describe cada una de las áreas A_S que comprenden el área de influencia (figura 2) objeto de éste estudio, de donde A_S puede ser ($A_1, A_2, A_3, \dots, A_{10}$) y $S = 1, 2, 3, \dots, 10$:

A_1 = Área del proyecto. Se localiza en la parte baja de la Cuenca El Pueblo, donde se van a beneficiar 70 hectáreas de la vereda Pringamosa, parte Sur-oriental del casco urbano del municipio de Nátaga y parte media de la Cuenca La Honda donde se van a beneficiar 50 hectáreas de la vereda Cascajosa.

A_2 = El área de residencia de los usuarios del distrito de riego, corresponde a la vereda Pringamosa con 31 usuarios y la vereda Cascajosa con 29 usuarios. Por otra parte, las personas vinculadas laboralmente en la etapa de construcción, mantenimiento y operación del distrito son del municipio, aunque se tiene en cuenta que la mano de obra calificada en su mayoría se recurriría a personal que habita en la ciudad de Neiva por falta de técnicos y profesionales en la región.

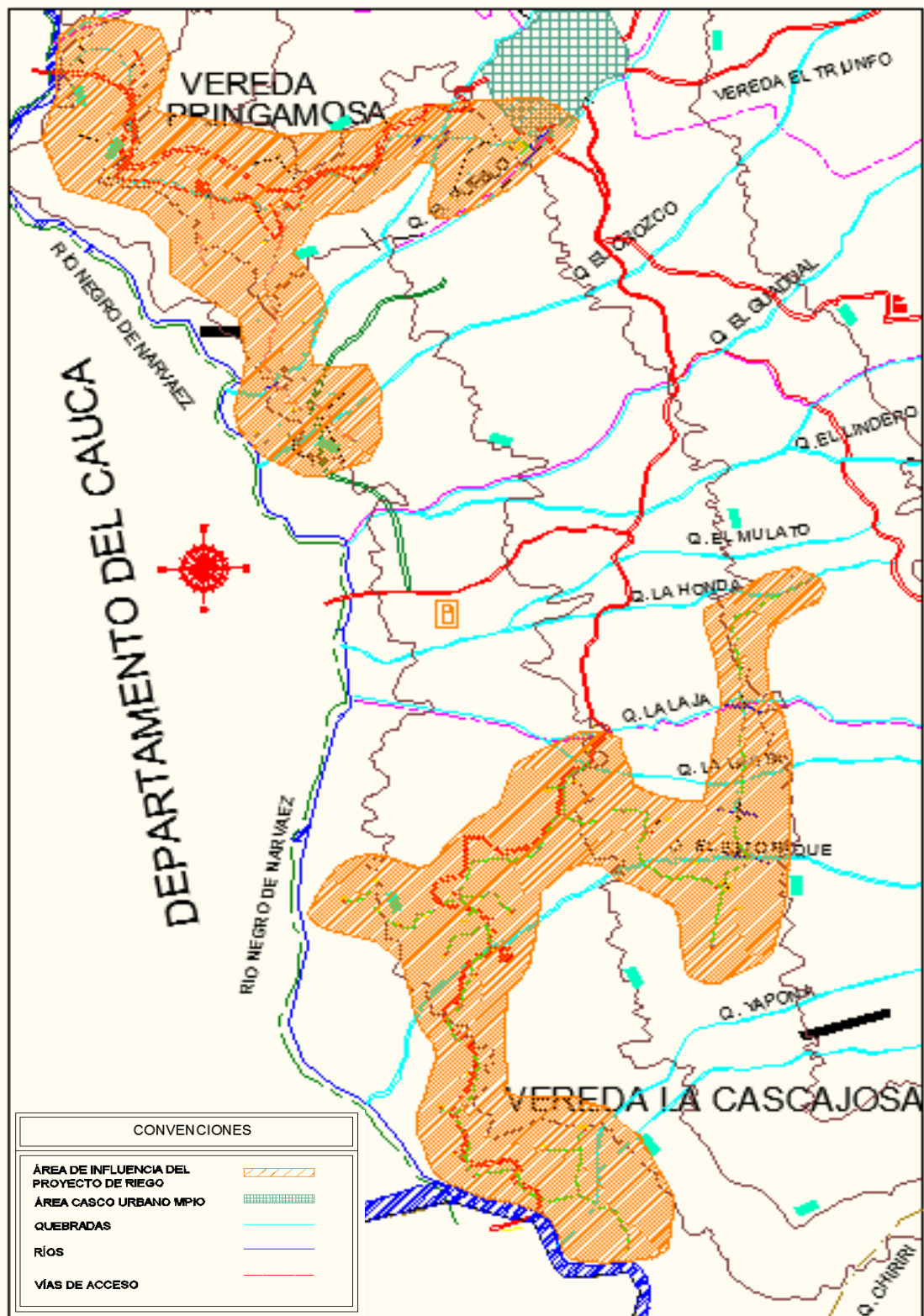
A_3 = Esta área comprende el casco urbano del municipio de Nátaga, ya que el cacao es uno de los productos agrícolas de mayor producción y comercialización del área de influencia del proyecto, el cual es comercializado los fines de semana en el casco urbano del municipio por una compradora particular. El municipio se destaca como el principal centro de compra de insumos agrícolas y comercialización de productos, es allí donde se realizan los intercambios comerciales.

A_5 = Está dada por el área comprendida por carreteras y vías de acceso a los diferentes puntos u obras importantes del distrito de riego y las vías que comunica al casco urbano del municipio con las veredas La Pringamosa y La Cascajosa.

A_7 = El área comprende las cuencas hidrográficas El pueblo y La Honda, ya que de ambas quebradas se capta el agua para actividades domésticas, agropecuarias y para el sistema de riego.

A_{10} = Esta dada por las cuencas de las quebradas El Pueblo, La Honda y el río Negro de Narvárez, donde desemboca las quebradas y las descargas de los descoles de la planta de tratamiento y lixiviados provenientes de actividades agropecuarias.

Figura 2. Área de influencia del distrito de riego Asoadriana



Fuente: Corporación Proyectar, 2009 y modificado por el autor

4.2. ASPECTOS AMBIENTALES DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

4.2.1. Geología y morfología

Según el Análisis General de Suelos realizado por el IGAC, Nátaga presenta afloramientos de rocas ígneas intrusivas y vulcano-sedimentarias. Las unidades son del Triásico – jurásico volcano – sedimentario correlacionable con la formación Saldaña (IGAC, 1994).

El sector sur se trata de una pendiente estructural correspondiente a los niveles duros de la formación Caballo, es una unidad sedimentario de edad cretáceo medio albiano – aptiano. Las formaciones predominantes son ígneas sedimentarias, metamórficas y cenizas volcánicas (PSMV Nátaga, 2007, 38).

Al norte la morfología es bastante irregular con un patrón de drenaje radial predominante, controlado litológicamente. Este se desarrolla sobre un cuerpo ígneo de composición intermedia (cuarzomonzanitas, granodioritas y félsicas). Las rocas extrusivas son consideradas en lavas riolíticas y andecitas de color marrón rojizo a violáceo con fenocristales de cuarzo y feldespatos; además, rocas efusivas que se intercalan con rocas sedimentarias en forma de flujos de lava intermedia a básicos (IGAC, 1994). El distrito y las veredas poseen un 2,09% de llanura aluvial y el 97,9% de cordillera en 3 formaciones geológicas:

- Sedimentarias marinas
- Secuencia vulcano – sedimentaria
- Plutonitas intermedias a ácidas

Por su cercanía a la llanura del Magdalena, el piedemonte de Nátaga se constituye en una zona de transición hacia 2 regiones adyacentes: la del valle y la andina (PSMV Nátaga, 2007, 38-39).

El sector sur, desde la cabecera municipal hasta el río Páez se trata de una pendiente estructural correspondiente a los niveles duros (areniscas) de la formación Caballo, es una unidad sedimentaria de edad cretáceo medio albiano – aptiano, estas reposan discordantemente sobre las rocas ígneas más antiguas (IGAC, 1994).

Al norte, la morfología es bastante irregular con un patrón de drenaje radial predominante controlado litológicamente. Este se desarrolla sobre un cuerpo ígneo de composición intermedia (cuarzomonzanitas, granodioritas, y granitos). Las rocas extrusivas con lavas riolíticas y andecitas de color marrón-rojizo a violáceo con fenocristales de cuarzo y feldespato, además rocas afusivas que se intercalan con rocas sedimentarias en forma de flujos de lava de intermedios a básicos. En su forma se identifican las siguientes unidades:

- Unidades de origen Fluvial (F) y Fluvio – volcánicos (FV) en estas proporciones: Fa: Abanicos fluvio-coluviales menores 88.9 has y Frt: Terrazas y/o abanicos terraza poco disectada 36.5 hás. Se presentan en la vereda Yarumal y la parte baja de la vereda Cascajosa sobre el Río Páez.
- Unidades de origen denudacional (D) y volcano-denudacional (VD), así: Dmp: Montañas erosionales disectadas en rocas plutónicas del macizo de la Plata 6459.9 has en las veredas de la zona norte (Yarumal, Patio Bonito, la Mesa, La Esmeralda, El Teniente, Las Mercedes, Alto Carmelo, La Hondura y San Isidro) y VDM: montañas erosionales disectadas en rocas volcano-sedimentarias 2607.5 hás en las veredas de la zona sur del municipio.
- Unidades de origen estructural (E) y estructural-denudacionales (ED). Emf: planchas estructurales en areniscas y conglomerados 62.7 hás en San Isidro y Emcr: laderas estructurales y/o crestones en areniscas 4012.5 has en parte de las veredas la Cascajosa, Socorro, Triunfo, Pringamosa, Orozco, Buena Vista y el Área Urbana.

Cuadro 3. Resumen de la geomorfología del municipio de Nátaga

Símbolo	Nombre	Ambiente morfo Genético	Paisaje	Relieve	Área Ha
Dmp	Montañas Erosionales	Compuestos por rocas intrusivas composición de granitos tonalitas cuarzo monotonitas y granodioritas	Montaña	Moderal escarpado disectado	6.460
VDM	Montañas Erosionales	Intruida por cuerpos intrusivos jurásicos y presenta contacto fallados con rocas paleozoicas y precámbricas del macizo de grano.	Montaña	Abrupto y escarpado	2.607,5
Emcr	Crestones en Areniscas	Geoforma de origen estructural desarrollada sobre rocas sedimentarias que forman planes estructurales	Ladera estructurales	Crestones	4.012,5
Fa	Abaniscos Fluviocoluviales menores	Depositos de carácter gravigénico acumulados sobre las laderas de la parte montañosa	Montaña	Escarpado	88.9
Frt	Terrazas Aluviales	Origen poligenético predominado las de tipo fluvial u fluviotorrencial	Terrazas	Plano a ligera inclinado	36.5

Fuente. IGAC, estudio General de suelos. 1994

4.2.2. Climatología

La región donde se encuentra ubicado el proyecto pertenece al área de influencia de la estación meteorológica del IDEAM Nátaga y La Plata, la primera ubicada directamente en la zona de influencia del proyecto, en zona rural (estación pluviométrica ubicada a 1545 msnm) y la segunda en el casco urbano del municipio de La Plata a 20 km de distancia, ubicada a 1070 msnm (Estación Agrícola La Plata) con el fin de disponer de toda la información de la variabilidad climática (cuadro 4) de los últimos años (PSMV Nátaga, 2007, 25).

Cuadro 4. Variables climatológicas estación IDEAM, municipio de Nátaga.

Característica	Unidad	Mínima	Máxima	Promedio
Temperatura ambiente	°C	18	22	20
Lluvia (dato anual histórico)	mm/año	1600	1929	1764.5
Horas de brillo solar (h/día)	Hr	4.5	4.5	4.5
Humedad ambiente	%	36	36	72
Velocidad ambiente	km/h	2	2.8	2.4
Vientos-Dirección	% del tiempo	80 SUR-NORTE		

Fuente. Plan de Desarrollo 2008-2011

El clima junto con los suelos se convierte en el factor determinante de la productividad de en un sistema de producción, desde luego el clima lo determina la altitud, las lluvias, los vientos y otros factores.

Con base en la cartografía del IGAC (1994), solamente se aprecian dos tipos de clima, sin embargo por la altitud se tiene que el 3.55% del municipio de Nátaga corresponde a piso térmico cálido (de 0.0 a 1.000 msnm) y temperatura promedio de 24 °C, el 53.88% corresponde a Clima Medio Húmedo (MH) con temperaturas entre 18 y 24 °C y el 42.56% pertenece a Clima Medio muy Húmedo (MMH) con alturas superiores a los 2.000 msnm (IGAC, 1994).

El clima medio húmedo comprende la zona sur del municipio de Nátaga en las veredas de la Cascajosa, El Socorro, El Triunfo, La Pringamoza, La Cabaña, La Estrella, Alto Carmelo, Los Laureles, Las Mercedes y El Orozco. En el cuadro 5 se expresan los climas de mayor incidencia en el municipio (PSMV Nátaga, 2007, 26). Cabe señalar, que el área de influencia del distrito de riego hace parte de este clima.

Otro tipo de clima es el medio muy húmedo que predomina en la zona norte en las veredas de Buena Vista, San Isidro, La Hondura, Las Mercedes, El Teniente, La Esmeralda, La Mesa, Patio Bonito y Yarumal municipio (PSMV Nátaga, 2007, 27).

Cuadro 5. Climas predominantes en el área de influencia del distrito de riego.

Símbolo	Nombre	Altitud mínima msnm	Altitud mínima msnm	Temperatura °C		Precipitación mm		Área Km ²
				Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	
MMH	Clima medio y muy húmedo	1000	2000	18	24	2000	4000	71.86
MH	Clima medio y húmedo	1000	2000	18	24	1000	2000	55.40

Fuente. POT Nátaga 2003.

4.2.3. Hidrología

Según el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (2007, 21), Nátaga cuenta con bastantes fuentes hídricas, pero la mayor parte ha disminuido su caudal considerablemente debido a la expansión de la frontera agrícola en zonas productoras de agua y a floración de nacimientos, variabilidad climática de la zona y la incidencia del fenómeno ENSO en el municipio.

Las fuentes hídricas del área de influencia del distrito de riego, no es ajena a esta problemática como la quebrada El Pueblo y La Honda que son las fuentes de abastecimiento del distrito (cuadro 6). La Quebrada El Pueblo, fue la primera fuente abastecedora del acueducto municipal y se dejó de captar sus aguas debido a los altos niveles de contaminación y no estar en los rangos de calidad apta para uso consumo (PSMV Nátaga, 2007, 28).

Cuadro 6. Fuentes hídricas de interés del distrito de riego Asoadriana.

Nombre	Caudal medio (L/s)	Área Cuenca (Ha)	Longitud cauce (m)	Veredas	Estado Cuenca
Q. La Honda	3.0	436	3.100	Socorro	Desprotegida todo el cauce
Q. El Pueblo	3.2	375	4.100	Estrella, Orozco, Triunfo, Pringamoza	Desprotegida, altamente contaminada en todo su cauce por las aguas negras del casco urbano
Río Negro de Narváez	--	--	33.000	Límite con el dpto. del cauca en todo el occidente, vereda Cascajosa	Por la forma del Municipio más del 80% de las quebradas desembocan en este río

Fuente. POT Nátaga 2003.

La quebrada La Honda, ha sido la principal fuente hídrica donde los habitantes de la vereda Socorro, captan sus aguas para el desarrollo de diferentes sistemas de producción como el café, ganadería extensiva, entre otros.

El río Negro de Narváez y el río Páez forman la hoya hidrográfica de Nátaga al igual que la subcuenca del Yaguaracito. La zona occidental esta surcada por el río Negro de Narváez, que presenta un caudal grande con posibilidades para implementar un distrito de riego para los municipio vecinos de Tesalia y Paicol, pues dada la topografía no permite la utilización de estas aguas en las veredas de Nátaga (IGAC, 1994).

4.2.4. Agrología

El uso potencial del suelo se referencia como la aptitud que presentan los mismos para que en él se establezcan ciertas actividades agropecuarias (Cuadro 7). Esta clasificación de los suelos, obedece a sus condiciones físicas, a las condiciones topográficas y las condiciones climáticas de la región (PSMV Nátaga, 2007, 55-56).

Según el Estudio general de suelos realizado por el Agustín Codazzi (1994), los suelos del municipio de Nátaga en su mayoría son ácidos, moderadamente profundos y superficiales, bien drenados, de textura franco-arenosa y formados de material grueso. Son suelos con altas pendientes, siendo vulnerables a la erosión en especial en áreas donde se han aplicado prácticas agrícolas inapropiadas con el uso potencial del suelo.

En este sentido, en el cuadro 7 se especifican las aptitudes de los suelos que hacen parte del área de influencia del distrito de riego, donde se resaltan algunas características significativas de estos suelos y los sistemas de producción que están implementados actualmente; No obstante, algunas de las actividades agropecuarias que allí se desarrollan no están acorde con la aptitud ni uso potencial del suelo por desconocimiento de estas condiciones edáficas por parte de los agricultores de la zona.

4.2.5. Riego

La construcción y operación del distrito de riego Asoadriana busca suplir las necesidades de agua en periodos de estiaje y satisfacer con los requerimientos hídricos de los cultivos en cada una de sus etapas fisiológicas y mantener la productividad agrícola.

Cuadro 7. Aptitudes del suelo del área de influencia del proyecto de riego Asoadriana.

Símbolo	Nombre	Características	Limitación	Tipo Utilizado	Veredas
A3/N	Tierras no aptas a marginal aptas para actividad agropecuaria.	Relieve de filas y vigas colinas y lomas clima medio, húmedo y callado seco y muy seco. Relieve ondulado pendientes de (3-12-25-50)% erosión moderada a severa.	Precipitación menor 1000 mm edáficos pendiente pronunciada procesos erosivos	Frutales: Marañón, guayaba y maracuyá, agroindustriales, higuera. Medial: mango, pitahaya, piña, cacao.	Cascajosa, Socorro, Triunfo, Pringamosa, San Isidro, Hondura, Cabaña
A1/A2	Tierras con alta o moderada aptitud para actividad agropecuaria.	Montaña y pie de monte, pendiente menor 25%	Limitante edafológicos, superficialidad	Leguminosas: Maíz, plátano, y frutales, cítricos, pitahaya, aguacate, frijol, caña.	Cascajosa, Socorro, Triunfo, Orozco
N	Tierras no aptas para actividades agropecuarias.	Montaña y alta pendiente, erosión severa, clima medio húmedo y muy húmedo.	Limitante edafológica y alta pendiente	Bosque protector productor	Cascajosa, Alto Carmelo, Hondura, San Isidro, El Teniente, Yarumal, La Mesa

Fuente. PSMV Nátaga 2007.

El sistema de riego será diseñado disponiendo de un sistema de drenaje formado por cauces naturales de régimen torrencial que evacúan las aguas de escorrentía las cuales desembocan en la quebrada El Pueblo y al Río Negro. El sistema busca suplir los requerimientos hídricos de los sistemas de producción de cacao, plátano y yuca para mantener la productividad agrícola de la zona (Proyectar, 2009).

El proyecto entregará un hidrante con 0,91 lts/s/ha y un beneficio de riego de dos hectáreas por usuario para el desarrollo de la actividad agrícola; para fines de operación, se ubicará un punto de riego por aspersión en cada predio, con un regulador y medidor de caudal, de manera que se garantice el riego a todos los usuarios y a toda hora (Proyectar, 2009).

En este sentido, teniendo en cuenta las condiciones agroclimáticas del área de influencia del proyecto, se determinó el balance hídrico el cual permitió definir un requerimiento de 0.544 lps/ha para un riego las 24 horas del día. Sin embargo, por efecto de disponibilidad de agua, costos de montaje y operación, se definió las necesidades para operar el sistema 16 horas al día. En este caso el nuevo módulo es de 0.816 lps/ha, afectando este valor por una eficiencia para riego del 90%. Teniendo en cuenta que el proyecto tiene dos sub-proyectos denominados La Pringamoza y Cascajosa, en donde el primer proyecto tiene 31 usuarios y 62 hectáreas y el segundo proyecto tiene 29 usuarios y 58 hectáreas; de esta manera el proyecto La Pringamoza tendrá un requerimiento de 56,18 lps y La Cascajosa tendrá un requerimiento de 52, 59 lps (Proyectar, 2009).

El diseño es realizado para satisfacer una demanda máxima neta de 4.7 mm/día, lo cual equivale, con la corrección de la eficiencia para sistemas de riego con una densidad de siembra de 1000 plántulas de cacao/hectárea (3,5 m en siembra tres bolillos), a aplicar 66,62 litros/árbol de cacao. La operación del sistema plantea el cálculo del tiempo de riego diario en función de la evaporación del día anterior y de un balance hídrico que involucre además la precipitación (Proyectar, 2009).

5. IMPACTOS, RECURSOS U OPORTUNIDADES Y AMENAZAS O RESTRICCIONES AMBIENTALES DEL PROYECTO

Para la identificación de los impactos ambientales se aplicaron los métodos de la matriz de Leopold, diagramas de redes y de la encuesta. Seguidamente para la ponderación y valoración de cada impacto se utilizaron los métodos de Batelle Columbus y la Calificación ambiental de Arboleda.

5.1. IDENTIFICACIÓN Y PONDERACIÓN DE IMPACTOS, OPORTUNIDADES Y AMENAZAS O RESTRICCIONES

Identificación de Impactos

En los cuadros que se presentan a continuación, se encuentra contenido el desarrollo y los resultados derivados de la aplicación de los métodos señalados anteriormente en la identificación de los impactos. El método de la matriz de Leopold, previamente adaptada y reducida al caso específico del proyecto de riego propuesto por Asodriana, se detalla en el cuadro 8. Al identificar los impactos ambientales se analizaron cada una de las interacciones que se presentaron entre los ejes horizontales y verticales de la respectiva matriz, los cuales corresponden a los recursos, características y factores del área de influencia Vs las obras, acciones y actividades del Proyecto de riego.

Al desarrollar por completo la matriz de Leopold (cuadro 8), se clasificaron las obras, factores ambientales e impactos identificados preseleccionados (cuadro 9), según el grado de afectación (1°, 2° y 3°) de los mismos. Los impactos ambientales de primer grado.

Las obras y actividades del proyecto que pertenecen al primer grado de afectación son: Bocatoma, redes de conducción y aducción, excavaciones superficiales y riego. Los impactos positivos y negativos potenciales, preseleccionados, de primer orden de afectación son:

- Impactos positivos: Generación de empleo, aumento de la organización comunitaria, incremento de la producción agrícola, aumento de la capacitación de los beneficiarios, aumento de la información biofísica de la zona, aumento en la conservación del afluente hídrico y aumento en la disponibilidad del recurso hídrico para riego.
- Impactos negativos: Disminución del caudal regular de las quebradas El Pueblo y La Honda, aumento de malos olores en el reservorio, proliferación de plagas e insectos, deterioro del paisaje, erosión hídrica, aumento de la contaminación acuática en las quebradas El Pueblo y La Honda y disminución de la biodiversidad acuática.

Cuadro 8. Matriz de Leopold para la identificación de impactos ambientales.
METODOLOGÍA MATRIZ DE LEOPOLD

<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> Magnitud Fase del proyecto Importancia </div>		OBRAS, ACCIONES Y ACTIVIDADES DEL PROYECTO															RESUMEN							
		ESTRUCTURAS HIDRAULICAS Y OTRAS OBRAS CIVILES										ACTIVIDADES ADMINISTRACIÓN			ACTIVIDADES AGROPECUARIOS		Número de Iteraciones		Valores extremos					
		Bocatoma	Desarenador	Rechenorio	Redes Conducción y aducción	Visdrieto	Dique	PTAR	Vías	Excavaciones Superficiales	Adm. Distrito	Actividades Operación, mantenimiento y Estudios e informe del Proyecto	Actividad de Comercialización	Riego	Aplicación Agroquímicos	Asistencia Técnica Cultivos	Tránsito Maquinaria Agrícola y Vehículos	IMPACTOS (+)	IMPACTOS (-)	TOTAL	MAYOR VALOR (+)	MAYOR VALOR (-)	GRADO DE AFECTACIÓN	
RECURSOS, CARACTERÍSTICAS Y FACTORES AMBIENTALES DEL AREA DE INFLUENCIA	Agua	Quebrada La Honda	3 -5 C,01	2 -1 C,01						2 -3 C,01		2 -3 C,01	7 E,01	3 2 01	3 3 P				3	4	7	6/7	5/3	1*
		Río Negro																	2	2	2	0	5/2	2*
		Quebrada El Pueblo	3 -7 01								2 -5 C	7 E,01	3 2 01	3 3 P					3	2	5	6/7	7/3	1*
	Suelo	Paisaje			1 2 C,01	7 -5 C,01													1	2	3	2/1	5/7	2*
		Material de arrastre	2 -2 C,0*	2 -1 C,01			1 -1 C	1 -1 C											2	5	5	0	2/2	2*
		Suelo			2 -4 C,0*	7 -5 C,01				7 -4 C,01	7 -5 C,01								3	6	9	8/3	6/7	1*
	Atmosfera	Calidad Aire							5 -4 01	3 -2 01	4 -2 C							4	4	4	0	4/5	2*	
	Fauna y Flora	Insectos				4 -3 C,01													0	3	3	0	5/4	2*
		Arboles				3 -1 C													0	1	1	0	1/3	3*
		Pastos				4 -1 C,01													0	2	2	0	1/4	3*
	Población Humana	Empleo	3 E,0*	2 -5 C,0*	3 2 C	7 E,01	3 2 C	2 2 C	4 3 01	2 2 C,0*	4 E,0*	5 E,01	2 1 01	4 4 P	7 7 01	3 3 01	4 4 01	1 1 01	17	0	17	7/8	0	1*
		Sector Educativo										4 2 01							2	0	2	2/4	0	3*
		Organización Comunitaria	2 1 01	2 1 01		5 5 C				4 2 01		5 E,0*	3 E,01	3 7 01	3 7 P	3 E,01	4 4 01		10	0	10	8/3	0	2*
	Infraestructura	Red Vial							1 1 01										1	0	2	1/1	0	3*
		Transporte							3 3 01										2	0	2	3/3	0	3*
RESUMEN	Valores extremos	IMPACTOS (+)	2	2	2	2	1	2	2	2	3	2	5	4	5	2	3	1	3	0	3			
		IMPACTOS (-)	3	2	1	5	1	2	2	7	0	0	0	0	1	3	0	3						
		TOTAL	5	4	3	7	2	3	3	5	3	5	2	4	4	3	3	5						
	MAYOR VALOR (+)	6/3	5/2	2/3	6/7	2/3	2/2	3/4	3/3	6/6	8/3	7/8	7/8	8/8	8/3	4/6	2/4	3/3						
	MAYOR VALOR (-)	7/3	1/2	4/2	6/7	1/1	3/2	4/5	4/7	5/7	8	8	8	8	5/2	5/6	8	3/4						
GRADO DE AFECTACIÓN		1*	2*	3*	4*	3*	3*	2*	2*	1*	2*	2*	2*	2*	1*	2*	3*	2*						

Convenciones:
 Importancia: Escala 1-10
 Magnitud: Escala 1-10
 P: Preconstrucción
 OC: Operación a corto plazo
 OM: Operación a mediano plazo
 OL: Operación a largo plazo
 +: Signo Impacto positivo
 -: Signo Impacto negativo

Cuadro 9. Clasificación de obras, factores ambientales e impactos según grado de afectación en la matriz de Leopold.

Factores, obras e impactos		Grados de afectación		
		1°	2°	3°
Factores ambientales del ADI		Quebrada La Honda, quebrada El Pueblo, suelo, empleo	Río Negro, paisaje, material de arrastre, calidad aire, insectos, sector educativo, organización comunitaria, red vial y transporte	Árboles, pastos
Obras y actividades del proyecto		Bocatoma, redes de conducción y aducción, excavaciones superficiales, riego	Desarenador, PTAR, vías, administración del distrito, actividades operación, mantenimiento y conservación, estudios e informe del proyecto, actividad de comercialización, aplicación de agroquímicos	Reservorio, viaducto, asistencia técnica a los cultivos
Impactos	Positivos	Generación de empleo*	Mejoramiento de la red vial Aumento del servicio de transporte	Maximización de buenas prácticas agrícolas
		Aumento de la organización comunitaria*		
		Incremento de la producción agrícola*		
		Aumento de la capacitación de los beneficiarios*		
		Aumento de la información biofísica de la zona*		
		Aumento en la conservación del afluente hídrico*		
	Negativos	Disminución del caudal regular de las quebradas El Pueblo y La Honda*	Modificación de la topografía Deterioro de la calidad del aire por el tránsito de maquinaria y excavaciones en la fase de construcción del proyecto	Disminución del área de bosques y pastos
		Aumento de malos olores en el reservorio*		
		Proliferación de plagas e insectos*		
		Deterioro del paisaje*		
		Erosión hídrica*		
		Aumento de la contaminación acuática en las quebradas El Pueblo y La Honda*		
		Disminución de la biodiversidad acuática*		
*Impactos preseleccionados: Todos los impactos positivos y negativos de primer grado de afectación				

Los resultados obtenidos con la aplicación del método de diagramas de redes se presentan en el cuadro 10, donde se observan el nombre de 20 impactos ambientales identificados y la clasificación de los mismos en las categorías de primera, segunda y tercera generación. De estos impactos, con base en los criterios del cuadro 2, se preseleccionaron 17 tal como se muestra a continuación (cuadro 11):

- Impactos positivos: Aumento de la disponibilidad del recurso hídrico para riego, aumento del uso de aguas residuales para riego, incremento de la producción agrícola, incremento de ingreso de los agricultores, aumento de la organización comunitaria, aumento de la información biofísica de la zona, aumento de la capacitación de los beneficiarios, incremento del precio de la tierra y generación de empleo.
- Impactos negativos: Disminución del caudal de las quebradas El Pueblo y La Honda, aumento de malos olores en el reservorio, aumento de la contaminación acuática en las quebradas El Pueblo y La Honda, aumento del conflicto social por el uso del agua, disminución de la biodiversidad acuática, erosión hídrica, eutrofización y deterioro del paisaje.

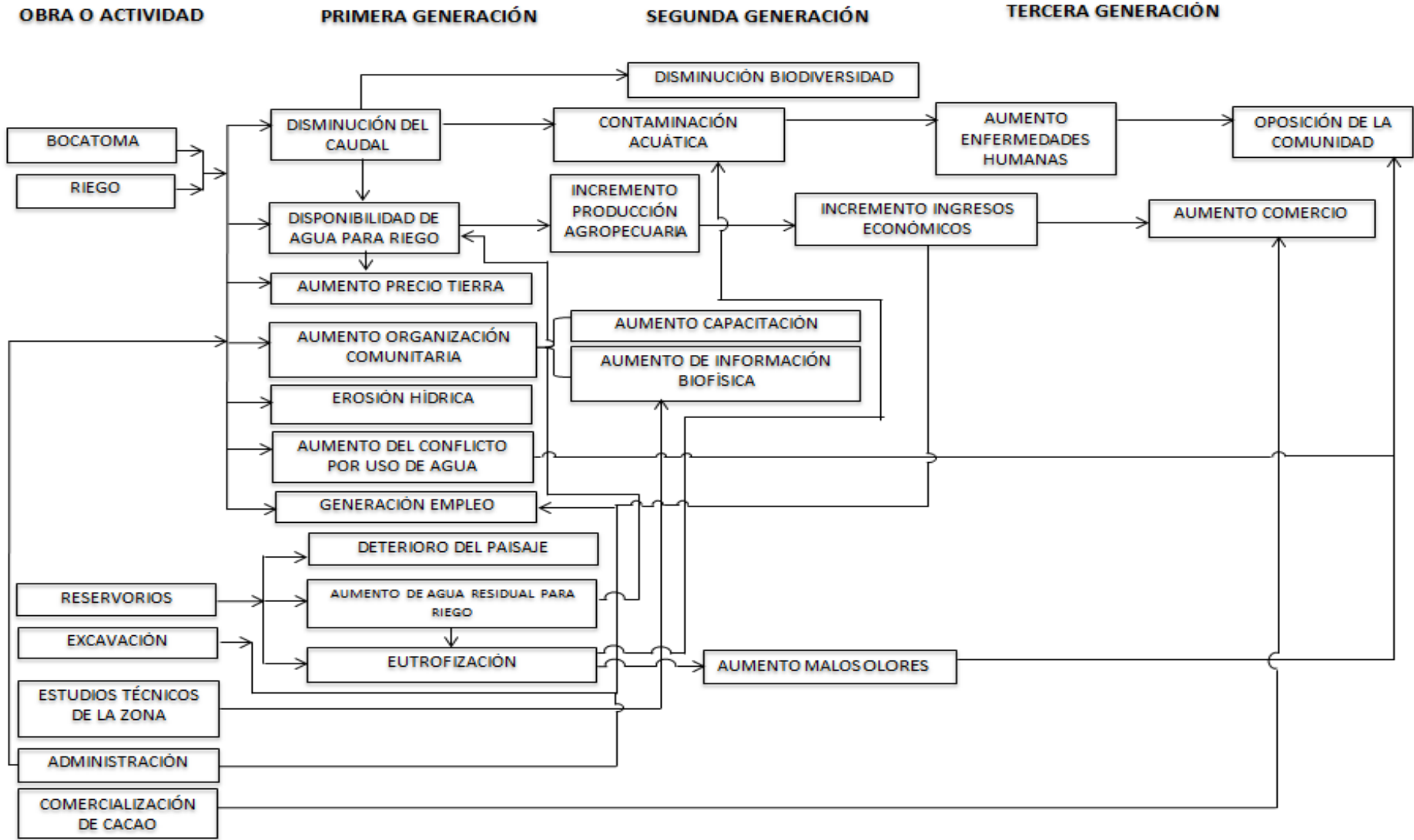
Con el método de la encuesta se identificaron 18 impactos ambientales, de los cuales se preseleccionaron los 15 que fueron reconocidos, al menos, por el 16 por ciento de los encuestados. Estos impactos son los siguientes (Cuadro 12):

- Impactos positivos: aumento de la disponibilidad del recurso hídrico para riego, incremento de la producción agrícola, aumento de la organización comunitaria, generación de empleo, aumento del área agrícola, incremento del precio de la tierra, incremento de ingreso de los agricultores y aumento del uso de aguas residuales para riego.
- Impactos negativos: aumento de malos olores en el reservorio, disminución del caudal de las quebradas El Pueblo y La Honda, proliferación de plagas de vectores e insectos, aumento del conflicto social por el uso de agua, contaminación de los cultivos por el riego con agua residual, aumento de enfermedades humanas y oposición de la comunidad a la construcción de algunas obras del proyecto.

Finalmente, los impactos ambientales seleccionados (cuadro 13) fueron aquellos preseleccionados por, al menos, dos de los métodos aplicados o aquellos que ocuparon el primer grado de importancia en cualquiera de los métodos. Así se seleccionaron nueve impactos positivos y nueve impactos negativos, a saber:

- Los impactos positivos: Aumento de la disponibilidad del recurso hídrico para riego (IPS₁), incremento de la producción agrícola (IPS₂), aumento de la organización comunitaria (IPS₃), generación de empleo (IPS₄), incremento de ingreso de los agricultores (IPS₅), aumento de aguas residuales para riego (IPS₆), incremento del precio de la tierra (IPS₇), aumento de la información biofísica de la zona (IPS₈) y aumento de la capacitación de los beneficiarios (IPS₉).

Cuadro 10. Identificación de impactos ambientales según método diagramas de redes.



Cuadro 11. Impactos preseleccionados según el flujograma del diagrama de redes.

IMPACTOS		Grado de Generación (G)	Grado de Influencia (I)	Puntaje total (T=G+I)	Orden de importancia	*Impacto preseleccionado
POSITIVOS	Aumento de la disponibilidad del recurso hídrico para riego	1	3	6	1º	x
	Aumento del uso de aguas residuales para riego	1	2	5	1º	x
	Incremento de la producción agrícola	2	2	4	2º	x
	Incremento de ingreso de los agricultores	2	2	4	2º	x
	Aumento de la organización comunitaria	1	2	5	1º	x
	Aumento de la información biofísica de la zona	2	2	4	2º	x
	Aumento de la capacitación de los beneficiarios	2	2	4	2º	x
	Aumento del comercio	3	1	2	3º	
	Incremento del precio de la tierra	1	2	5	1º	x
Generación de empleo	1	2	5	1º	x	
NEGATIVOS	Disminución del caudal de las quebradas El Pueblo y La Honda	1	3	6	1º	x
	Aumento de malos olores en el reservorio	2	2	4	2º	x
	Aumento de la contaminación acuática en las quebradas El Pueblo y La Honda	2	2	4	2º	x
	Aumento del conflicto social por el uso del agua	1	2	5	1º	x
	Aumento de enfermedades humanas	3	2	3	3º	
	Oposición de la comunidad a la construcción de algunas obras del proyecto	3	2	3	3º	
	Disminución de la biodiversidad acuática	3	2	5	1º	x
	Erosión Hídrica	1	2	5	1º	x
	Eutrofización	1	1	4	2º	x
Deterioro del paisaje	1	2	5	1º	x	
*Criterios para la preselección de impactos: Todos los impactos de primero y segundo orden de importancia.						

Cuadro 12. Impactos preseleccionados según el método de la encuesta.

IMPACTOS POSITIVOS	ENCUESTADOS		*Impactos Preseleccionados
	F.A	%	
Aumento de la disponibilidad del recurso hídrico para riego	30	100	x
Incremento de la producción agrícola	12	40	x
Aumento de la organización comunitaria	9	30	x
Generación de empleo	8	27	x
Aumento del área agrícola	6	20	x
Incremento del precio de la tierra	6	20	x
Incremento de ingreso de los agricultores	6	20	x
Aumento del uso de aguas residuales para riego	6	20	x
Aumento del tratamiento del agua residual	1	3	
Total de encuestados	30		
IMPACTOS NEGATIVOS	ENCUESTADOS		*Impactos Preseleccionados
	F.A	%	
Aumento de malos olores en el reservorio	16	54	x
Disminución del caudal de las quebradas El Pueblo y La Honda	10	33	x
Proliferación de plagas de vectores e insectos	15	50	x
Aumento del conflicto social por el uso del agua	10	33	x
Contaminación de los cultivos por el riego con agua residual	8	27	x
Aumento de la contaminación acuática en las quebradas El Pueblo y La Honda	4	13	
Aumento de enfermedades humanas	6	20	x
Oposición de la comunidad a la construcción de algunas obras del proyecto	10	33	x
Deterioro de la calidad de agua para riego por deficiencias en el funcionamiento y operación de la PTAR	2	7	
Total de Encuestados	30		

*El criterio de preselección de los impactos con una frecuencia mayor o igual al 16%.

- Los impactos negativos: Disminución del caudal de las quebradas El Pueblo y La Honda (ING₁), aumento de malos olores en el reservorio (ING₂), aumento de la contaminación acuática en las quebradas El Pueblo y La Honda (ING₃), aumento del conflicto social por el uso del agua (ING₄), disminución de la biodiversidad acuática (ING₅), proliferación de plagas de vectores e insectos (ING₆), oposición de la comunidad a la construcción de algunas obras del proyecto (ING₇), erosión hídrica (ING₈) y deterioro del paisaje (ING₉).

Finalmente, una vez seleccionado los impactos definitivos, se hizo la homologación de los mismos con los establecidos por Olaya (2003, 213-215), para distritos de riego y drenaje de Colombia con el propósito de hacer los respectivos análisis comparativos con los impactos seleccionados del distrito de riego Asoadriana, tal como se muestra en los cuadros 14 y 15.

Cabe resaltar, que el impacto aumento del uso de aguas residuales para riego (IPS₆), que es homologado por mejoramiento en la distribución del agua (IP₂₀), hace referencia a que el proyecto de riego Asoadriana contempla el uso del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) del municipio de Nátaga para suplir parte de la necesidad hídrica que requiere el proyecto en épocas de sequía prolongada, aumentando el aprovechamiento de este recurso hídrico al cumplir con las condiciones de calidad de agua para riego.

El impacto aumento de malos olores en el reservorio (ING₂) fue homologado por eutrofización (IN₄₅) y Contaminación atmosférica (IN₃₀), ya que ING₂ es debido a la posible descomposición anaeróbica del efluente almacenado en el reservorio.

Recursos u oportunidades y restricciones o amenazas

Los recursos u oportunidades (RO_m) y las amenazas o restricciones (RA_n) se identificaron y seleccionaron mediante el uso de las listas de comprobación o chequeo propuestas por Olaya (2003,220-224) para los distritos de riego y drenaje de Colombia. Así, se escogieron 11 RO_m y 15 RA_n, cuyos nombres se presentan en el cuadro 16.

5.2. COMPARACIÓN DE IMPACTOS, OPORTUNIDADES Y AMENAZAS

En la ponderación de los impactos ambientales se aplicó el método de Batelle Columbus como se muestra en el cuadro 17, se observa la calificación de los impactos positivos y negativos seleccionados, clasificados en categorías como: contaminación ambiental, social y económica; las cuales representan en total un peso de 1.000 unidades.

Cuadro 13. Impactos seleccionados según los métodos aplicados.

IMPACTOS		Impactos Preseleccionados			* Impactos Seleccionados
		Leopold	Redes	Encuesta	
POSITIVOS	Aumento de la disponibilidad del recurso hídrico para riego	x	x	x	X
	Incremento de la producción Agrícola	x	x	x	X
	Aumento del área agrícola		x		
	Aumento de la organización comunitaria	x	x	x	X
	Generación de Empleo	x	x	x	X
	Aumento del área agrícola			x	
	Incremento de ingreso de los agricultores		x	x	X
	Aumento del uso de aguas residuales para riego		x	x	X
	Aumento del tratamiento del agua residual			x	
	Aumento de la capacitación de los beneficiarios	x	x		X
	Aumento de la información biofísica de la zona	x	x		X
	Aumento del servicio de transporte	x			
	Aumento del comercio		x		
	Aumento en la conservación y longevidad del afluente hídrico	x			
	Incremento del precio de la tierra		x	x	X
NEGATIVOS	Disminución del caudal de las quebradas El Pueblo y La Honda	x	x	x	X
	Aumento de malos olores en el reservorio	x	x	x	X
	Aumento de la contaminación acuática en las quebradas El Pueblo y La Honda	x	x		X
	Proliferación de plagas de vectores e insectos	x		x	X
	Aumento del conflicto social por el uso del agua		x	x	X
	Aumento de enfermedades humanas			x	
	Oposición de la comunidad a la construcción de algunas obras del proyecto	x		x	X
	Disminución de la biodiversidad acuática	x	x		X
	Erosión hídrica	x	x		X
	Deterioro del Paisaje	x	x		X
	Eutrofización		x		
	Contaminación de los cultivos por el riego con agua residual			x	
	Deterioro de la calidad de agua para riego por deficiencias en el funcionamiento y operación de la PTAR			x	

*Criterios de selección de los impactos: Todos los impactos preseleccionados como mínimo por dos métodos o que haya ocupado el primer lugar de importancia en cualquiera de los métodos.

Cuadro 14. Homologación de impactos positivos.

IMPACTOS POSITIVOS			
CÓDIGOS Y ENUNCIADOS ORIGINALES DE LOS IMPACTOS DEL DISTRITO ASOADRIANA		CÓDIGOS Y ENUNCIADOS DE IMPACTOS PARA PROYECTOS DE RIEGO DE OLAYA	
CÓDIGO	ENUNCIADOS	CÓDIGO	ENUNCIADOS
IPS ₁	Aumento de la disponibilidad del recurso hídrico para riego	IP ₂₀	Mejoramiento en la distribución del agua
IPS ₂	Incremento de la producción agrícola	IP ₁	Aumento de la producción y productividad agrícola
IPS ₃	Aumento de la organización comunitaria	IP ₈	Aumento y mejoramiento de la organización comunitaria
IPS ₄	Generación de empleo	IP ₁₄	Generación de empleo
IPS ₅	Incremento de ingreso de los agricultores	IP ₂	Aumento de ingresos económicos
IPS ₆	Aumento del uso de aguas residuales para riego	IP ₂₀	Mejoramiento en la distribución del agua
IPS ₇	Incremento del precio de la tierra	IP ₁₀	Aumento del precio de la tierra
IPS ₈	Aumento de la información biofísica de la zona	IP ₁₂	Generación y divulgación de conocimientos sobre climatología, hidrología, suelos y disciplinas afines, de interés social
IPS ₉	Aumento de la capacitación de los beneficiarios	IP ₃₄	Aumento de la cobertura y la calidad de la educación no formal en la agricultura y en temas afines

La contaminación ambiental se le asignó un valor total de 500 unidades, fraccionadas por impactos, de la siguiente forma; Mejoramiento en la distribución del agua, 90; Generación y divulgación de conocimientos sobre climatología, hidrología, suelos y disciplinas afines, de interés social., 25; Reducción del recurso hídrico superficial aguas abajo, 125; Eutrofización /Contaminación Atmosférica, 75; Contaminación de aguas superficiales, 75; Disminución de la biodiversidad acuática y semiacuática, 40; Aumento de plagas, 30; incremento de la erosión, 25; y deterioro del paisaje desde el punto de vista estético, 15.

A la categoría social se le asignó un valor de 250 unidades, distribuidas a su vez en impactos: Mejoramiento en la distribución del agua, 75; Aumento y mejoramiento de la organización comunitaria, 50; Generación de Empleo, 50; Aumento de la cobertura y la calidad de la educación no formal en la agricultura y en temas afines, 12.5; Rechazo u oposición de la comunidad por las obras del distrito, 25 y Conflictos por el uso del agua para riego y el agua para consumo humano, 37.5.

Cuadro 15. Homologación de impactos negativos.

IMPACTOS NEGATIVOS			
CÓDIGOS Y ENUNCIADOS ORIGINALES DE LOS IMPACTOS DEL DISTRITO ASOADRIANA		CÓDIGOS Y ENUNCIADOS DE IMPACTOS PARA PROYECTOS DE RIEGO DE OLAYA	
CÓDIGO	ENUNCIADO	CÓDIGO	ENUNCIADO
ING ₁	Disminución del caudal de las quebradas El Pueblo y La Honda	IN ₁₆	Reducción del recurso hídrico superficial aguas abajo
ING ₂	Aumento de malos olores en el reservorio	IN ₄₅	Eutrofización
		IN ₃₀	Contaminación atmosférica
ING ₃	Aumento de la contaminación acuática en las quebradas El Pueblo y La Honda	IN ₁₅	Contaminación de aguas superficiales
ING ₄	Aumento del conflicto social por el uso del agua	IN ₁₁	Conflictos por el uso del agua para riego y el agua para consumo humano
ING ₅	Disminución de la biodiversidad acuática	IN ₄₄	Disminución de la biodiversidad acuática y semiacuática
ING ₆	Proliferación de plagas de vectores e insectos	IN ₅₂	Aumento de plagas
ING ₇	Oposición de la comunidad a la construcción de algunas obras del proyecto	IN ₇₇	Rechazo u oposición de la comunidad por las obras del distrito
ING ₈	Erosión hídrica	IN ₁₈	Incremento de la erosión
ING ₉	Deterioro del paisaje	IN ₄₇	Deterioro del paisaje desde el punto de vista estético

esta agrupada por 7 impactos en total donde 4 son positivos y 3 negativos. Finalmente la categoría económica está integrada por 3 impactos positivos en su totalidad.

5.2.1. Comparación de impactos positivos y negativos

La comparación de escenarios se realizó para determinar la viabilidad ambiental del proyecto. Al establecer la comparación de los impactos ambientales se evaluaron cuatro (4) escenarios ambientales:

(SCSR) = Sin cultivo de cacao y sin proyecto de riego

(CSP) = Con cultivo de cacao pero sin proyecto de riego

(CPR) = Con cultivo de cacao y con proyecto de riego

(CRPM) Con cultivo de cacao, con proyecto de riego y plan de manejo

En la última categoría se le asignó un valor fraccionadas en cada impacto de la siguiente forma: Aumento de la producción y productividad agrícola, 100; Aumento de ingresos económicos, 100; y aumento del precio de la tierra, 50.

Cuadro 16. Lista de las oportunidades y amenazas del proyecto

RECURSOS Y OPORTUNIDADES SELECCIONADOS	
CÓDIGO* (RO_m)	ENUNCIADO*
RO ₁	Tierras potencialmente adecuables
RO ₇	Disponibilidad natural del agua
RO ₁₁	Capacidad de organización comunitaria
RO ₁₃	Tenencia legal de la tierra rural
RO ₁₇	Proximidad a centros de comercialización o de industrialización, de interés para el Sector Agropecuario
RO ₂₁	Vocación agrícola de la comunidad
RO ₂₃	Zonas productoras de agua con bosques o legalmente protegidos con fines conservacionistas
RO ₂₄	Oferta de mano de obra no calificada
RO ₃₃	Topografía y pendientes favorables para la captación, conducción y distribución del agua para riego
RO ₄₂	Buen drenaje natural de aguas superficiales
RO ₅₄	Disponibilidad de energía eléctrica
RESTRICCIONES O AMENAZAS SELECCIONADAS	
CÓDIGO* (RA_n)	ENUNCIADO*
RA ₆	Baja capacidad económica de los usuarios del distrito
RA ₈	Altos costos de inversión y de operación de adecuación de tierras
RA ₉	Incertidumbre sobre los precios de los productos agrícolas
RA ₁₅	Torrencialidad de ríos y quebradas
RA ₁₆	Suelos erodables
RA ₂₆	Proximidad a focos de aguas residuales domésticas o industriales sin alcantarillado o sin tratamiento
RA ₃₀	Disminución de fondos o subsidios del Estado para adecuación de tierras
RA ₃₄	Proximidad a focos de producción de basuras o escombros
RA ₅₂	Suelos con pH desfavorables para la agricultura
RA ₅₄	El niño – Oscilación del sur, con sus fases Cálida y Húmeda
RA ₇₈	Falta de liderazgo político en adecuación de tierras en la región
RA ₈₁	Falta de conocimientos sobre suelos, en especial del uso potencial
RA ₈₈	Falta de construcción o mantenimiento de vías externas al distrito
RA ₉₃	Bajo nivel de escolaridad en los usuarios del distrito
RA ₁₀₄	Resistencia a la adopción de nuevas tecnologías

* Código y enunciado de Olaya (2003, 220-224)

Las unidades se distribuyen en impactos negativos con 447.5 y los impactos positivos en 552.5. La categoría de contaminación ambiental está conformada con 9 impactos de los cuales 2 son positivos y 7 negativos. La categoría social

Seguidamente se aplicó las metodologías de Jorge Alonso Arboleda y Batelle Columbus para la comparación de los escenarios y determinar la viabilidad del proyecto.

Cuadro 17. Ponderación de impactos ambientales por el método Batelle Columbus.

IMPACTOS AMBIENTALES 1000					
CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	500	SOCIAL	250	ECONÓMICOS	250
Mejoramiento en la distribución del agua.	90	Mejoramiento en la distribución del agua	75	Aumento de la producción y productividad agrícola	100
Generación y divulgación de conocimientos sobre climatología, hidrología, suelos y disciplinas afines, de interés social.	25	Aumento y mejoramiento de la organización comunitaria	50	Aumento de ingresos económicos	100
Reducción del recurso hídrico superficial aguas abajo	125	Generación de Empleo	50	Aumento del precio de la tierra	50
Eutrofización /Contaminación Atmosférica	75	Aumento de la cobertura y la calidad de la educación no formal en la agricultura y en temas afines	12,5		
Contaminación de aguas superficiales	75	Rechazo u oposición de la comunidad por las obras del distrito.	25		
Disminución de la biodiversidad acuática y semiacuática	40	Conflictos por el uso del agua para riego y el agua para consumo humano	37,5		
Aumento de plagas	30				
Incremento de la erosión	25				
Deterioro del paisaje desde el punto de vista estético	15				

5.2.2. Comparación de impactos positivos y negativos

La comparación de escenarios se realizó para determinar la viabilidad ambiental del proyecto. Al establecer la comparación de los impactos ambientales se evaluaron cuatro (4) escenarios ambientales:

(SCSR) = Sin cultivo de cacao y sin proyecto de riego

(CSP) = Con cultivo de cacao pero sin proyecto de riego

(CPR) = Con cultivo de cacao y con proyecto de riego

(CRPM) Con cultivo de cacao, con proyecto de riego y plan de manejo

Seguidamente se aplicó las metodologías de Jorge Alonso Arboleda y Batelle Columbus para la comparación de los escenarios y determinar la viabilidad del proyecto.

5.2.3. Viabilidad ambiental del proyecto

Comparación de escenarios a través del método de Jorge Alonso Arboleda

El método de Jorge Alonso Arboleda se basa en la evaluación de los impactos positivos y negativos en cada uno de los escenarios propuestos, con (5) cinco factores, cada uno con una escala de rangos para evaluar la representatividad del impacto para cada uno de ellos, los cuales se evalúan de forma independiente, tales factores son: clase, presencia, duración, evaluación y magnitud.

Los anteriores factores se califican mediante la aplicación de la siguiente ecuación:

$$Ca = C (P (aEM+BD)) \quad (\text{Ec. 3})$$

Dónde:

Ca = Clase (-1 o 1)

P = Presencia (0,0-1,0)

D = Duración (0,0-1,0)

E = Evolución (0,0-1,0)

M = Magnitud (0,0-1,0)

a = Constante de ponderación de "EM", igual a 7

b = Constante de ponderación de "D", igual a 3

Con la asignación de un valor (0,0-1,0) a cada uno de los factores se aplicó la ecuación anterior para obtener la respectiva calificación ambiental para cada uno de estos y de los escenarios a evaluar, la cual puede oscilar entre 0,1 y 10. Luego, de acuerdo con los siguientes rangos de medición se determinó la importancia ambiental de cada uno de los impactos:

8,0 – 10 Importancia muy alta (MA)

6,0 – 8,0 Importancia alta (AL)

4,0 – 6,0 Importancia media (ME)

2,0 – 4,0 Importancia baja (BA)

0,0 – 2,0 Importancia muy baja (MB)

Tomando en cuenta la escala anteriormente mencionada de la importancia ambiental para cada impacto de determinó el orden de viabilidad ambiental, donde los resultados obtenidos de viabilidad son los siguientes (Cuadro 18):

1° (CRPM) = Con cultivo de cacao, con proyecto de riego y plan de manejo

2° (SCSR) = Sin cultivo de cacao y sin proyecto de riego

3° (CSP) = Con cultivo de cacao pero sin proyecto de riego

4° (CPR) = Con cultivo de cacao y con proyecto de riego

Comparación de escenarios a través del método de Batelle Columbus

Para la comparación de los impactos ambientales por este método, en primera instancia se agrupan los impactos ambientales seleccionados por los métodos aplicados anteriormente (Leopold, diagrama de redes y encuesta), en categorías medio ambientales como se muestra en la cuadro 18, tales categorías son: contaminación ambiental, social y económica.

Para la ponderación de cada categoría se aplica la siguiente expresión matemática:

$$UIA = CA * UIP \quad (Ec. 4)$$

Dónde:

UIA = Unidad de impacto ambiental

CA = Calidad ambiental de cada parámetro

UIP = Valor de ponderación para cada parámetro

Los valores de calidad ambiental "CA" se determinaron en los cuatro (4) escenarios respectivos, para cada parámetro y seguidamente se determinó para los mismos las unidades de impacto ambiental "UIA". De acuerdo con lo anterior se obtuvo el cuadro 19, con el orden de viabilidad ambiental para cada escenario:

1° (CRPM) = Con cultivo de cacao, con proyecto de riego y plan de manejo

2° (CSP) = Con cultivo de cacao pero sin proyecto de riego

3° (CPR) = Con cultivo de cacao y con proyecto de riego

4° (SCSR) = Sin cultivo de cacao y sin proyecto de riego

Cuadro 18. Evaluación de impactos según el método de calificación ambiental de Arboleda.

EVALUACIÓN DE IMPACTOS SEGÚN EL METODO DE CALIFICACION AMBIENTAL																																		
PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DEL DISTRITO DE RIEGO A PEQUEÑA ESCALA DE NÁTAGA "ASODRIANA"																																		
IMPACTOS AMBIENTALES	Clase C				Presencia P				a	Evolución E				Magnitud M				b	Duración				Calificación Ambiental				Importancia				ORDEN			
	SCSR	CSP	CPR	CRPM	SCSR	CSP	CPR	CRPM		SCSR	CSP	CPR	CRPM	SCSR	CSP	CPR	CRPM		SCSR	CSP	CPR	CRPM	SCSR	CSP	CR	CRPM	SCSR	CSP	CPR	CRPM	SCSR	CSP	CPR	CRPM
Mejoramiento en la distribución del agua	1	1	1	1	0	0	0,7	0,7	7	0,1	0,2	0,9	0,9	0	0,2	0,8	0,9	3	0,1	0,4	1	1	0	0,444	5,628	6,069	MB	MB	ME	AL	5	5	3	2
Aumento de la producción y productividad agrícolas	1	1	1	1	0	0	1	1	7	0,1	0,3	0,9	1	0	0,2	0,9	1	3	0,1	0,4	0,9	1	0	0,486	8,37	10	MB	MB	MA	MA	5	5	1	1
Aumento y mejoramiento de la organización comunitaria	1	1	1	1	0	0	1	1	7	0,1	0,6	1	1	0,1	0,6	0,9	1	3	0,1	0,4	0,9	1	0	1,116	9	10	MB	MB	MA	MA	5	5	1	1
Generación de Empleo	1	1	1	1	0	0	0,7	1	7	0,1	0,5	1	1	0	0,4	0,9	1	3	0,1	0,2	0,9	1	0	0,6	6,3	10	MB	MB	AL	MA	5	5	2	1
Aumento de ingresos económicos	1	1	1	1	0	0	0,7	1	7	0	0,2	0,9	1	0	0,2	0,6	0,8	3	0,1	0,3	0,8	0,9	0	0,118	4,326	8,3	MB	MB	ME	MA	5	5	3	1
Aumento del precio de la tierra	1	1	1	1	0	0	0,7	0,7	7	0,1	0,4	0,9	1	0,1	0,4	0,9	1	3	0,1	0,7	1	1	0	0,966	6,069	7	MB	MB	AL	AL	5	5	2	2
Generación y divulgación de conocimientos sobre climatología, hidrológica, suelos y disciplinas afines, de interés social	1	1	1	1	0	0	0,7	0,7	7	0	0,4	0,8	0,9	0	0,4	0,9	1	3	0	0,4	0,9	1	0	0,696	5,418	6,51	MB	MB	ME	AL	5	5	3	2
Aumento de la cobertura y la calidad de la educación no formal en la agricultura y en temas afines	1	1	1	1	0	0	0,8	0,8	7	0	0,3	0,6	0,8	0	0,2	0,9	1	3	0	0,2	0,9	1	0	0,306	5,184	6,88	MB	MB	ME	AL	5	5	3	2
ORDEN DE VIABILIDAD DE LOS IMPACTOS POSITIVOS																											4	3	2	1				
Reducción del recurso hídrico superficial aguas abajo	-1	-1	-1	-1	0	0	0,1	0,1	7	0	0,6	0,9	0,8	0	0,5	0,9	0,8	3	0,1	0,4	0,9	0,9	0	-0,99	-0,84	-0,718	MB	MB	MB	MB	1	1	1	1
Eutrofización/Contaminación atmosférica	-1	-1	-1	-1	0	0	0,7	0,7	7	0	0	0,8	0,6	0	0	0,9	0,8	3	0	0	1	0,5	0	0	-5,63	-3,402	MB	MB	ME	BA	1	1	3	2
Contaminación de aguas superficiales	-1	-1	-1	-1	0	0	1	0,7	7	0	0,4	0,7	0,6	0	0,3	0,9	0,6	3	0	0,3	0,9	0,6	0	-0,52	-7,11	-3,024	MB	MB	AL	BA	1	1	4	2
Conflictos por el uso del agua para riego y el agua para consumo humano	-1	-1	-1	-1	0	0	0,8	0,7	7	0	0,5	0,9	0,7	0	0,4	0,9	0,8	3	0	0,1	1	0,8	0	-0,17	-6,94	-4,424	MB	MB	AL	ME	1	1	4	3
Disminución de la biodiversidad acuática y semiacuática	-1	-1	-1	-1	0	0	1	0,7	7	0	0,4	0,8	0,5	0	0,3	0,9	0,8	3	0	0,3	0,8	0,7	0	0	-7,44	-3,43	MB	MB	AL	BA	1	1	4	2
Aumento de plagas	-1	-1	-1	-1	0	0	1	0,7	7	0	0,2	0,9	0,6	0	0,3	0,8	0,7	3	0	0,2	0,7	0,4	0	0	-7,14	-2,898	MB	MB	AL	BA	1	1	4	2
Rechazo u oposición de la comunidad por las obras del distrito	-1	-1	-1	-1	0	0	1	0,7	7	0	0	1	0,6	0	0	0,9	0,6	3	0	0	0,4	0,2	0	0	-7,5	-2,184	MB	MB	AL	BA	1	1	4	2
Incremento de la erosión	-1	-1	-1	-1	0	0	0,8	0,7	7	0	0,3	0,4	0,2	0	0,4	0,6	0,4	3	0	0,5	1	0,7	0	-0,7	-3,74	-1,862	MB	MB	BA	MB	1	1	2	1
Deterioro del Paisaje desde el punto de vista estético	-1	-1	-1	-1	0	0	0,7	0,5	7	0	0,1	0,3	0,3	0	0,2	0,6	0,6	3	0	0,4	0,8	0,7	0	-0,13	-2,56	-1,68	MB	MB	BA	MB	1	1	2	1
ORDEN DE VIABILIDAD DE LOS IMPACTOS NEGATIVOS																											1	2	4	3				
ORDEN DE VIABILIDAD GENERAL																											2	2	3	1				

Cuadro 19. Evaluación de impactos según el método de calificación ambiental de Batelle Columbus para el proyecto.

CATEGORIAS MEDIO AMBIENTALES	COMPONENTES (IMPACTOS AMBIENTALES)	PARAMÉTRICOS	VALORES ORIGINALES PARA ESCENARIOS O ALTERNATIVAS					CALIDAD AMBIENTAL PARA ESCENARIOS O ALTERNATIVAS				PESEO (UIP)	UNIDADES DE IMPACTO AMBIENTAL PARA ESCENARIO O ALTERNATIVAS			
			Unidad	SCOR	CSL	CPR	CRPM	SCOR	CSL	CPR	CRPM		SCOR	CSL	CPR	CRPM
CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	Mejoramiento en la distribución del agua	Caudal	LPS	0	0	11	11	0	0	0,95	0,95	90	0	0	85,5	85,5
	Generación y divulgación de conocimiento sobre climatología, hidrológica, suelos y disciplinas afines, de interés social	Estudios e Informes	% de estudios	2	15	60	80	0,03	0,44	0,88	0,9	25	0,75	11	22	22,5
	Reducción del recurso hídrico superficial aguas abajo	Caudal	LPS	0,8	5	15	11	0,95	0,6	0	0,28	125	118,8	75	0	35
	Eutrofización/Contaminación atmosférica	Olor	*	0	0	7	4	1	1	0,15	0,68	75	75	75	11,25	51
	Contaminación de aguas superficiales	DBO	mg/L	10	15	35	25	0,62	0,6	0,22	0,24	25	15,50	15,00	5,50	6,00
		OD	mg/L	6,2	5,5	4,5	5	0,42	0,33	0,25	0,38	25	10,50	8,25	6,25	9,50
		ST	mg/L	100	132	200	190	0,12	0,040	0,030	0,040	25	3,00	1,00	0,75	1,00
	Disminución de la biodiversidad acuática y semiacuática	Diversidad de Especies	% especies	2	6	40	30	0,98	0,7	0,08	0,12	40	39,2	28	3,2	4,8
	Aumento de plagas	Plagas	% de plagas	1	3	20	10	0,98	0,96	0,67	0,8	15	14,7	14,4	10,05	12
		Insectos	% de insectos	3	9	25	15	0,98	0,82	0,3	0,58	15	14,7	12,3	4,5	8,7
Incremento de la erosión	Perdida de suelo	Tn/ha-año	0,01	0,08	0,1	0,07	1	0,98	0,01	0,12	25	25	24,5	0,125	3	
Deterioro del Paisaje desde el punto de vista estético	Paisaje	**	8	6	7	7	1	0,95	0,7	0,7	15	15	14,3	10,5	10,5	
SOCIAL	Mejoramiento en la distribución del agua	Caudal	LPS	0	1	13	13	0	0,02	1	1	75	0	1,5	75	75
	Aumento y mejoramiento de la organización comunitaria	Cantidad	# Usuarios	3	10	30	37	0,05	0,18	0,57	1	50	2,5	9	28,5	50
	Generación de Empleo	Índice de empleo	% Personas empleadas	5	15	25	35	0,18	0,42	0,55	0,72	50	9	21	27,5	36
	Aumento de la cobertura y la calidad de la educación no formal en la agricultura y en temas afines	Nivel Capacitación	***	0	2	6	8	0	0,36	0,64	0,9	12,5	0	4,5	8	11,25
	Rechazo u oposición de la comunidad por las obras del distrito	Oposición de la comunidad	# Propietarios opositores	0	0	10	0	1	1	0,3	0,5	12,5	12,5	12,5	3,75	6,25
	Conflictos por el uso del agua para riego y el agua para consumo humano	Conflicto por uso del agua	# Propietarios afectados	0	5	10	3	1	1	0,61	0,8	37,5	37,5	37,5	22,88	30
	Aumento del riesgo de enfermedades de origen hídrico	Grado afectación	****	0	0	4	2	1	1	0,76	0,8	12,5	12,5	12,5	9,5	10
ECONÓMICO	Aumento de la producción y productividad agrícola	Producción Agrícola	Ton/ha	0	0,6	1	1,15	0	0,68	0,88	0,9	100	0	68	88	90
	Aumento de ingreso económicos	Ingresos	% ingresos/anual	0	20	28	30	0	0,3	0,42	0,44	100	0	30	42	44
	Aumento del precio de la tierra	Precio	\$/ha	8	15	22	23	0,53	0,64	0,82	0,85	50	26,5	32	41	42,5
											1000	432,6	507,2	505,8	644,5	
												4	3	2	1	

* Escala olor: No se percibe 0-2, Aceptable 2-4, Normal 4-6, Fuerte 6-8, Indeseable 8-10

** Escala Paisaje: Muy desagradable 0-2, Desagradable 2-4, Aceptable 4-6, Bueno 6-8, Agradable 8-10

*** Escala Capacitación: Bajo 0-2, Aceptable 2-4, Normal 4-6, Bueno 6-8, Optimo 8-10

**** Escala Enfermedades Humanas: Muy Bajo 0-2, Bajo 2-4, Mediano 4-6, Alto 6-8, Muy Alto 8-10

Cuadro 20. Viabilidad ambiental para el proyecto de riego.

ESCENARIO		ORDEN DE VIABILIDAD		
Código	Nombre	M. Arboleda	M. Batelle Columbus	Orden Final
SCSR	Sin cultivo de cacao y sin proyecto de riego	2º	4º	3º
CSP	Con cultivo de cacao pero sin proyecto de riego	2º	3º	2º
CPR	Con cultivo de cacao y con proyecto de riego	3º	2º	2º
CRPM	Con cultivo de cacao, con proyecto de riego y plan de manejo	1º	1º	1º

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos para priorizar los escenarios ambientales por medio de los métodos de Arboleda y Batelle Columbus se puede comparar los escenarios para determinar su viabilidad ambiental.

Se encontró una similitud de los resultados en los escenarios CRPM, CPR y CSP, donde estos se ubicaron en 1º y 2º respectivamente. El escenario CRPM se ubica en primer lugar, debido a que aplica todas las medidas propuestas en el plan de manejo ambiental y logra minimizar los impactos negativos y maximizar los positivos logrando el manejo más adecuado desde el punto de vista ambiental social y económico.

El escenario CPR se ubicó en el segundo lugar porque genera menos impactos negativos que los escenarios CSP y SCSR y además es más atractivo económica y socialmente que el escenario SCSR.

El empate técnico que se presenta entre los escenarios CPR y CSP, se debe a que los impactos positivos que genera el proyecto de riego son opacados por el desconocimiento de la comunidad acerca de los beneficios ambientales en el reuso de los efluentes de la PTAR en los sistemas de producción y el inconformismo por algunas obras del proyecto que según los beneficiarios pueden afectar el bienestar de la comunidad aguas abajo a la captación del flujo.

5.3. DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS, OPORTUNIDADES Y AMENAZAS AMBIENTALES

5.3.1. Descripción de Impactos Positivos

Mejoramiento en la distribución del agua (IP₂₀)

El distrito de riego dispone como fuentes de abastecimiento de las quebradas El Pueblo y La Honda, además se va a implementar la reutilización de aguas residuales aptas para riego, para regar cultivos en la vereda Pringamoza. El caudal de la quebrada El Pueblo solo se captará en tiempo de invierno y su

flujo se dirigirá a un reservorio para garantizar la constancia del recurso hídrico para la actividad de riego.

La PTAR se encuentra ubicada en el área de influencia del proyecto y el efluente es vertido a la quebrada El Pueblo actualmente; La reutilización de este tipo de aguas, que debido a su tratamiento respectivo son aptas para el riego de cultivo, se hace con el fin de un manejo eficiente del recurso hídrico y suplir los requerimientos de los sistemas de producción establecidos.

Aumento de la producción y productividad agrícola (IP₁)

En la elaboración del diseño hidráulico del distrito de riego y el estudio de impacto ambiental, se identificó la baja disponibilidad del recurso hídrico para regar, siendo un factor determinante en la baja producción que ronda entre los 300 y 500 kilos/ha y en la calidad de los productos agropecuarios de la zona. La ejecución del proyecto beneficiará a 60 usuarios de las veredas La Pringamoza, Cascajosa y Bajo Triunfo; dichas veredas cuentan con las condiciones agro-ecológicas adecuadas para el desarrollo de las actividades agropecuarias tradicionales de la zona y en el momento de suplir los requerimientos hídricos de los cultivos como en este caso el cacao, permite incrementar la producción a 1000-1500 kg/ha y competitividad en la región.

Aumento y mejoramiento de la organización comunitaria (IP₃)

La necesidad de disponer del recurso hídrico para riego de sus cultivos en las veredas La Cascajosa, Pringamoza y parte baja del Triunfo, impulsó a la formación y consolidación de la asociación Asodriana, la cual se encargó de gestionar la elaboración del proyecto de riego con la asesoría de la Corporación Proyectar. La asociación no solo está integrada de usuarios del proyecto sino también cuenta con beneficiarios de la asociación cacaotera del municipio que a través de sinergias buscan fortalecer la estructura de asociación en el municipio y mejorar la calidad de vida de los agricultores.

Generación de empleo (IP₁₄)

A través de la construcción del distrito de riego se generarán empleos de manera directa e indirecta, al ser una obra de gran magnitud que en las etapas iniciales de construcción se requiere una cantidad considerable de mano de obra calificada y no calificada, donde se dará prioridad a los habitantes del municipio. Los cultivos que se encuentran establecidos en el área de influencia del proyecto (cacao, plátanos, entre otros) y los nuevos a establecer con la disponibilidad del riego, aumentaría en un 5% el empleo en diferentes labores o actividades agrícolas que se requiera mano de obra no calificada.

Aumento de ingresos económicos (IP₂)

El proyecto de riego busca aumentar la producción de los sistemas productivos de la zona, especialmente el cacao, al suplir las necesidades hídricas del mismo. Este aumento se verá reflejado en los ingresos económicos de los

usuarios y beneficiarios del proyecto. De acuerdo con la proyección financiera realizado por la corporación Proyectar se prevé que la utilidad operacional /ha pase de \$ 1.000.000 a \$ 3.000.000 que contribuya a la rentabilidad del cultivo y con una operatividad de \$2.979500.

Aumento del precio de la tierra (IP₁₀)

El valor de la tierra está determinado por los recursos naturales con los que cuenta y el rendimiento del sistema de producción. Actualmente, el valor de una hectárea en rastrojo oscila entre los \$ 5.000.000 a 7.000.000. La actividad agropecuaria en el área de influencia del proyecto sobre sale la ganadería, cacao y cultivos transitorios que requieren una demanda hídrica para su adecuado desarrollo. El distrito de riego dará una mayor disponibilidad y fácil acceso al recurso hídrico para una mayor producción y competitividad en el sector, la cual se verá reflejada en el aumento del valor de la hectárea de \$ 12.000.000 a 15.000.000.

Generación y divulgación de conocimientos sobre climatología, hidrología, suelos y disciplinas afines, de interés social (IP₁₂)

En el proceso de elaboración del proyecto de riego, se dispuso la adquisición de información de interés y la realización de diferentes estudios esenciales en los diseños hidráulicos del distrito, sin embargo en la fase de operación la realización de diferentes estudios (caracterización edafológica, hidrológica, calidad de agua, etc.) según su necesidad serán una constante en el normal desarrollo del proyecto y fortalecerá la información biofísica de la región para futuros proyectos de desarrollo rural.

Aumento de la cobertura y la calidad de la educación no formal en la agricultura y en temas afines (IP₃₄)

En la puesta en marcha y funcionamiento del distrito de riego, comprende de actividades de alta responsabilidad y esenciales en el manejo adecuado del mismo (actividades de regulación del caudal, mantenimiento de obras hidráulicas, etc.). La administración estaría encargada a la asociación, la cual gestionaría capacitaciones para el personal seleccionado a desempeñar actividades de administración, operación, mantenimiento entre otras. Está necesidad de generar capacidades locales en áreas del conocimiento relacionadas a la operación del distrito contribuirá a la formación del personal y a fortalecer convenios con instituciones educativas.

5.3.2. Descripción de Impactos Negativos

Reducción del recurso hídrico superficial aguas abajo (IN₁₆)

Las fuentes abastecedoras del distrito de riego (quebrada El Pueblo y La Honda) presentan un bajo caudal debido a diferentes factores tanto antrópicos como naturales. En épocas de estiaje el flujo de las dos quebradas se reduce considerablemente hasta el punto de no tener la disponibilidad del recurso hídrico para suplir los requerimientos de los sistemas de producción de la zona.

El distrito de riego es consciente de esta problemática y acorde a la normatividad para la captación en un cauce con fines de riego, se va a captar de la quebrada La Honda 12 LPS y de la quebrada El Pueblo 7 LPS. En esta última quebrada se va a construir un reservorio y en épocas de sequía prolongada se va a utilizar el efluente de la PTAR para suplir los requerimientos hídricos del cultivo.

Eutrofización (IN₄₅)

Los reservorios son estructuras esenciales en el funcionamiento normal del distrito de riego. El distrito de riego dispondrá de un reservorio ubicado en la vereda Cascajosa, que en época de estiaje, su función será el de captar el efluente de la PTAR para complementar el caudal requerido para las actividades de riego. No obstante, al encontrarse en reposo este flujo por tiempos prolongados iniciará un proceso de eutrofización el cual será contrarrestado con tratamientos biológicos (plantas acuáticas).

Contaminación atmosférica (IN₃₀)

Los malos olores producidos por el proceso de eutrofización que se dará en el reservorio, aumentarán al encontrarse en un estado de reposo, generando unos fuertes olores incómodos para la población rural y del casco urbano del municipio. Como medida para mitigar este impacto se proponen el manejo de barreras vivas en los alrededores de la PTAR y del reservorio.

Contaminación de aguas superficiales (IN₁₅)

En periodos de verano las quebradas disminuyen sus caudales a niveles considerables, afectando de manera significativa el ecosistema acuático y comprometiendo su capacidad de depuración. En la parte media de la cuenca hidrográfica de la quebrada El Pueblo, se encuentra ubicado en el casco urbano del municipio y como consecuencia se observa una contaminación por la disposición de residuos sólidos a cielo abierto, vertimiento de residuos líquidos y sólidos. Aguas más abajo, el efluente de la PTAR es vertido a la quebrada El Pueblo sin una caída hidráulica con los requerimientos técnicos necesarios, afectando la capacidad de depuración de la fuente hídrica.

Conflictos por el uso del agua para riego y el agua para consumo humano (IN₁₁)

La comunidad de la parte baja de la vereda Pringamoza, beneficiaria del distrito de riego, han manifestado que actualmente el uso irracional del recurso hídrico en la parte media y alta de la cuenca hidrográfica El Pueblo y La Honda ha afectado considerablemente la reducción del caudal y como consecuencia se reduce el caudal de las quebradas y por ende los beneficiarios no disponen del recurso hídrico para suplir los requerimientos de los cultivos, siendo mucho más grave en épocas de verano.

Disminución de la biodiversidad acuática y semiacuática (IN₄₄)

Al captar el caudal de las quebradas El Pueblo y La Honda, se verá afectada la biodiversidad acuática y semiacuática, ya que en tiempos de verano el caudal se reduce considerablemente. Este impacto se minimizará con la realización del plan de manejo de las cuencas hidrográficas, con el fin de dar un manejo racional a los recursos naturales.

Aumento de plagas (IN₅₂)

El aumento del desarrollo de plagas e insectos se produciría al almacenar el flujo del efluente de la PTAR en el reservorio, siendo un ambiente adecuado para la producción y propagación de los mismos.

Rechazo u oposición de la comunidad por las obras del distrito (IN₇₇)

Los beneficiarios del distrito de riego, ubicados en la parte baja de la vereda Pringamoza, manifestaron su oposición a la construcción del reservorio que almacenaría el efluente de la PTAR para suplir los requerimientos hídricos de los cultivos en época de estiaje, ya que prevén que el reservorio daría las condiciones adecuadas para la producción y proliferación de insectos, lo cual sería un riesgo para la comunidad.

Incremento de la erosión (IN₁₈)

Las áreas beneficiarias del distrito de riego, presentan una pendiente considerable (10-20%), lo que aumenta la posibilidad de erosión moderada (50%), si el riego no es aplicado de forma adecuada y racional en las veredas Cascajosa y Pringamoza del área de influencia del distrito de riego. Este impacto se minimizará con el manejo integral de los recursos naturales que intervienen en el sistema de producción y actividades de manejo para retención del suelo.

Deterioro del paisaje desde el punto de vista estético (IN₄₇)

Las obras que se requieren para el funcionamiento normal del distrito de riego, se ubicarían en praderas naturales con especies nativas, alterando el paisaje natural. Por otro lado, la disponibilidad del recurso hídrico para regar se verá reflejado en la expansión de la frontera agrícola por parte de los agricultores en áreas no aptas para la actividad agropecuaria. Este impacto mitigará mediante campañas de conservación y restauración de especies nativas, implementación de técnicas de agricultura sostenible.

5.3.3. Descripción de las oportunidades

Tierras potencialmente adecuables (RO₁)

El uso potencial del suelo se referencia como la aptitud que presentan los mismos para el establecimientos de sistemas de producción. Esta clasificación de los suelos, obedece a sus condiciones físicas, a las condiciones topográficas y las condiciones climáticas de la región. Para nuestro caso se ha

tomado como base el estudio realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (1994), para el Huila y encontramos que los suelos en el área de influencia del proyecto de riego se caracterizan por ser ácidos, moderadamente profundos y superficiales, bien drenados, de textura franco-arenosa, limitados por procesos erosivos y de baja fertilidad.

Disponibilidad natural del agua (RO₇)

El requerimiento hídrico para regar las 120 hectáreas beneficiarias es de 64,8 LPS, de esta manera los requerimientos para el Proyecto La Pringamosa con 62 hectáreas es de 33,54 l/s y para el proyecto La Cascajosa con 58 hectáreas el requerimiento es de 31,3 l/s.

Actualmente el caudal de las quebradas La Honda y El Pueblo se capta para actividades agropecuarias sin un ordenamiento específico, lo que al regular y dar un manejo eficiente al recurso serían mayor los beneficiarios. Cabe resaltar, que a raíz de la variabilidad climática extrema y la reducción considerable del cauce de la quebrada El Pueblo, el proyecto tiene previsto la construcción de un reservorio con capacidad de 8085 m³ para disponer del recurso en épocas de estiaje.

Potencial de reutilización del efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales-PTAR para riego (RO₂)

El riego agrícola con aguas residuales tratadas representa la mayor fracción del total de la demanda mundial de agua para reuso. El éxito del reuso agrícola depende de una correcta estrategia. Básicamente, depende de una correcta selección del cultivo y de los métodos de riego, así como del apropiado manejo integrado de todo el sistema, donde el impacto a la salud es clave (Gutiérrez, 2003).

El efluente del sistema de tratamiento de aguas residuales del municipio de Nátaga es clasificado como C2S1, agua de buena calidad para riego, por sus valores de CE=0.54 dS/m y RAS = 15, de acuerdo con el diagrama de clasificación para aguas de riego, con peligro de salinización medio y de alcalinización bajo; de menor calidad a las aguas de la mayoría de los tramos del río Cauca que son C1S1 aguas excelentes para riego e igual a la de otros tramos del mismo y a las aguas subterráneas utilizadas en el Valle del Cauca, que son C2S1 (Martínez, 1986).

Capacidad de organización comunitaria (RO₁₁)

Los habitantes de las veredas beneficiarias del proyecto han aunado esfuerzos para consolidar una asociación e impulsar otras figuras de organización comunitaria como son: las juntas de padres en escuelas rurales, juntas de acción comunal y la asociación Asoadriana, donde su esfuerzo se ha materializado en la gestión y elaboración del proyecto de riego y su respectivo estudio de impacto ambiental.

Tenencia legal de la tierra rural (RO₁₃)

El 100% de los usuarios son dueños de sus predios, lo cual facilita la consecución de recursos económicos para construcción del distrito de riego, ya que se cuenta con todos los requerimientos jurídicos y la participación de la asociación Asoadriana para la implementación de proyectos productivos.

Proximidad a centros de comercialización o de industrialización, de interés para el sector agropecuario (RO₁₇)

La actividad comercial y de servicios se encuentra en el casco urbano del municipio, donde la población rural y urbana se desplaza para conseguir sus productos de consumo, víveres entre otros. El municipio de Nátaga tradicionalmente religioso, tiene una gran afluencia de peregrinos en el día domingo; sobresalen en cantidad las tiendas y graneros que comercian abarrotes y productos de primera necesidad y en menor proporción cacharrerías, y droguerías. Dentro del subsector servicios se encuentran restaurantes, heladerías, discotecas, sastrerías, peluquerías, bares y billares, las cuales son típicas de un asentamiento como Nátaga.

El mayor intercambio comercial se realiza con el municipio de La Plata, en donde Asoadriana logre acuerdos comerciales en un mercado más abierto y de mayor demanda.

Se resaltan: la única entidad bancaria es el Banco Agrario que atiende al público dos días a la semana, pero con pocos servicios, la Cooperativa de caficultores en la venta de insumos agrícolas y las compras de café, encargadas de dinamizar la economía en tiempo de cosecha.

Vocación agrícola de la comunidad (RO₂₁)

La actividad agrícola y pecuaria de los usuarios del distrito es notoria; es el sustento de las familias; y actualmente el café a gran escala, el plátano, yuca en menor proporción dan testimonio de la actividad agrícola, y de la actividad pecuaria, la ganadería en pequeña escala. Es de resaltar que la comunidad en general posee la vocación de cultivar sus predios pero ahora con las tecnologías que generan mejores rendimientos en el sector agrícola. La asociatividad es una de los mecanismos para lograr acuerdos comerciales y fortalecer los sistemas productivos del municipio, siendo Asoadriana la única asociación de cacao del municipio de Nátaga.

Zonas productoras de agua con bosques o legalmente protegidos con fines conservacionistas (RO₂₃)

Ha sido una constante de las autoridades municipales en proteger mediante proyectos de encerramiento y aislamiento zonas de bosques esenciales en la producción del recurso hídrico en la parte altas de las cuencas de las quebradas El Pueblo y La Honda. Cabe resaltar la disposición de la comunidad que cuentan con áreas en dichos bosques protectores en la gestión de diferentes actividades en pro de la conservación de los mismos, Asoadriana

consciente de que el caudal de las quebradas dependen de forma directa con las cuencas hidrográficas, promueve entre sus beneficiarios la protección, conservación y conciencia ambiental y sistemas productivos sostenibles.

Oferta de mano de obra no calificada (RO₂₄)

La oferta de mano de obra no calificada estará a cargo de la comunidad beneficiaria del proyecto y además el acuerdo a que llegó la asamblea de usuarios de Asoadriana de aportarla permitió reducir los costos del proyecto; además que con la abundancia de ella se puede agilizar los trabajos de construcción del sistema de riego y generar ofertas de empleo temporales.

Topografía y pendientes favorables para la conducción y distribución del agua para riego (RO₃₃)

El terreno de ladera y las altas pendientes (10-20%) que se presentan en el área de influencia del proyecto, especialmente en las veredas La Cascajosa y Bajo Triunfo, en parte favorecen por las presiones necesarias para conducir el agua, pero incrementa los costos por lo escarpado y la extensión del terreno.

Buen drenaje natural de aguas superficiales (RO₄₂)

Debido a las pendientes favorables que se encuentran en las áreas (10-20%) seleccionadas para el cultivo de cacao y a la textura del suelo (franco-arenosa), se genera un buen drenaje natural, el cual es esencial en él un proyecto de riego ya que no es necesario realizar obras de drenaje.

Disponibilidad de energía eléctrica (RO₅₄)

Considerando la excelente cobertura del sistema eléctrico y la cercanía al casco urbano de las áreas de influencia del proyecto, la mayoría de los beneficiarios del proyecto cuentan con el fluido eléctrico requerido en las diferentes actividades agropecuarias que desarrollan, lo que ayuda en gran medida en la gestión de proyectos por parte de la asociación Asoadriana para la implementación de buenas prácticas agrícolas enfocada en sistemas de producción sostenibles.

5.3.4. Descripción de las amenazas

Baja capacidad económica de los usuarios del distrito (RA₆)

Es evidente que una de las amenazas más grandes para la construcción del proyecto constituye la capacidad económica de las comunidades que hacen parte de él; ya que en general, son familias de estratos muy bajos que utilizan sus tierras para producir alimentos de autoconsumo; limitando así la oportunidad de la explotación comercial de sus tierras y por ende el aumento de ingresos económicos. Dicha amenaza se puede minimizar con la ejecución de programas de inversión social y con la gestión de recursos a través de entidades municipales, departamentales o nacionales dedicadas al desarrollo de proyectos de adecuación de tierras. Esta amenaza, afecta a Asoadriana en el momento de juntar recursos para soportar contrapartida en la gestión de proyectos de inversión.

Altos costos de inversión y de operación de adecuación de tierras (RA₈)

Al ser el municipio de La Plata, el principal centro comercial de la zona, todos los insumos agrícolas son transportados al municipio de Nátaga, incrementando sus costos de una manera considerable y limitando que los agricultores puedan acceder con facilidad debido a la oscilación de los precios, debido a gran parte al estado de la vía que comunica ambos municipios. A través de la asociación, se pueden lograr acuerdos comerciales para la compra de insumos para la adecuación y fertilización de los cultivos y lograr precios más cómodos al realizar compras al por mayor.

Incertidumbre sobre los precios de los productos agrícolas (RA₉)

Debido a la dinámica económica y a la variación constante de los precios de los insumos agrícolas, cada vez se hace más complejo que el agricultor pueda acceder a ellos. Los beneficiarios del proyecto son personas con escasos recursos económicos y eso limita sus oportunidades de suplir los requerimientos de fertilización y prevención de plagas y enfermedades de sus cultivos. La asociación en momentos de alzas en los precios, puede ayudar a sus beneficiarios al adquirir insumos con precios más cómodos mediante los acuerdos comerciales.

Torrencialidad de las quebradas (RA₁)

Dicha amenaza afecta las veredas ubicadas en el área de influencia de la quebrada El Pueblo (Bajo Triunfo), debido a los problemas que causa a los cultivos produciendo pérdidas a los agricultores. Esta amenaza presenta mínima influencia en las veredas ubicadas en el área de influencia de la quebrada La Honda, debido a que el sistema de conducción es por tubería y los daños se producirían principalmente en la bocatoma. Asoadriana mediante campañas puede contribuir a conservar las cuencas hidrográficas y mitigar la torrencialidad de las mismas.

Suelos erodables (RA₁₆)

Debido a la fuerte pendiente que es característica en el municipio, el área de influencia del distrito de riego Asoadriana es una zona muy susceptible a la erosión hídrica y por ende a las actividades agropecuarias que se desarrollan en la zona. La utilización del riego adecuada minimizará este impacto y la asociación será el ente encargado de velar por el uso racional y eficiente del recurso hídrico.

Proximidad a focos de aguas residuales domésticas o industriales sin alcantarillado o sin tratamiento (RA₂₆)

En el área de influencia del proyecto de riego se encuentra ubicado el matadero, que realiza una descarga muy puntual de sus residuos (sólidos y líquidos) sobre la quebrada El Pueblo afectando la calidad de agua y poniendo en riesgo la salud de la población que habita aguas debajo de este punto. Este aspecto, dificulta la gestión de la asociación Asoadriana para comercialización de los productos agropecuarios.

Suelos con pH desfavorables para la agricultura (RA₅₂)

Con base a estudios realizados por el Agustín Codazzi (1994) y análisis de suelos que dispone el municipio de Nátaga realizados en laboratorio de CORPOICA (PSMV Nátaga, 2007), se encuentra que la mayoría de los suelos del área de influencia del proyecto de riego se caracterizan por ser ácidos, y de textura franco-arenosa. El pH no es favorable para el desarrollo de la agricultura y es necesario realizar actividades de adecuación del mismo según el cultivo a implementar.

El Niño – Oscilación del sur, con sus fases cálida y húmedas (RA₅₄)

Dicha amenaza se ve reflejada con mayor frecuencia en el área de influencia de la quebrada El Pueblo ocurriendo en lapsos de tiempo más prolongados y con alta intensidad, disminuyendo el caudal disponible, afectando directamente los cultivos, animales, generando pérdidas económicas. La asociación Aoadriana mediante la operación del distrito de riego, puede regular la distribución del recurso hídrico para cada uno de sus beneficiarios en épocas de verano.

Falta de liderazgo político en adecuación de tierras en la región (RA₇₈)

A pesar de que el municipio en su total mayoría, se dedica a las actividades agropecuarias, se observa una carencia en los líderes políticos del municipio en la gestión e implementación de proyectos que permitan implementar sistemas de producción acorde con el uso potencial del suelo, proyectos de asesoría técnica, transferencia tecnológica cuyo fin sea el de generar mayor desarrollo en este sector, ya que es un pilar en la economía del municipio.

Falta de conocimientos sobre suelos, en especial del uso potencial (RA₈₁)

La agricultura aún se maneja de forma tradicional en el municipio, parte de ello se debe a la ausencia de programas y proyectos que busquen apoyar el sector agropecuario en el ámbito de la agricultura de precisión y de buenas prácticas agrícolas (BPA) que es a lo que se apuesta hoy en día el país para lograr ser más competitivo en un mercado de globalización. En este sentido, el agricultor establece sistemas de producción desconociendo el uso potencial del suelo y sin saber los reales requerimientos de nutrientes del mismo de acuerdo al cultivo, cuyo efecto se ve casi que inmediato en la producción y rendimiento del sistema de producción al no ser el esperado.

Falta de construcción o mantenimiento de vías externas al distrito (RA₈₈)

Las veredas que hacen parte del área de influencia del proyecto cuentan con sus carreteras, pero se encuentran en un constante proceso de deterioración, dificultando el transporte de pasajeros y el de productos agrícolas ante la negativa de los transportadores por el mal estado de las vías de acceso. El difícil acceso a las zonas productoras, es una limitante para que la asociación pueda cumplir con sus compromisos comerciales.

Bajo nivel de escolaridad en los usuarios del distrito (RA₉₃)

La comunidad del área de influencia del proyecto de riego, en su gran mayoría ha cursado solamente hasta la primaria y se han dedicado a la agricultura, dejando de lado sus estudios debido a la difícil situación económica que viven actualmente sus familias. A través de la asociación se puede gestionar diferentes cursos de educación no formal para fortalecer las capacidades locales en la administración y operación del distrito y las labores agropecuarias.

Resistencia a la adopción de nuevas tecnologías (RO₁₀₄)

Existe un miedo latente por regar los cultivos con el efluente de la PTAR del municipio, al desconocer la calidad de agua con la que sale el flujo y desconocimiento total del proceso. La implementación de nuevas técnicas sustentable con el miedo ambiente que buscan un mayor aprovechamiento racional de los recursos naturales, generan cierta desconfianza en la comunidad al no estar informada adecuadamente de los beneficios económicos, sociales y ambientales que traen la implementación de este tipo de metodologías.

6. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El plan de manejo ambiental (PMA) contempla los programas, proyectos y medidas que permiten mitigar, corregir o compensar los impactos negativos y afrontar con mayor éxito las restricciones o amenazas; de igual forma, mejorar o maximizar los impactos positivos, recursos u oportunidades que se generen por el desarrollo del proyecto, además las medidas requeridas para la conservación y preservación de factores ecológicos, económicos y sociales del área de influencia del proyecto, que son de gran importancia durante el desarrollo de cada una de las fases del distrito de riego Asoadriana.

6.1. OBJETIVOS DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

De conformidad con los impactos positivos y negativos, recursos u oportunidades, restricciones o amenazas, se elaboraron los objetivos del plan de manejo que se detallan en el cuadro 21, con el fin de maximizar los impactos positivos, recursos u oportunidades y minimizar los impactos negativos, restricciones o amenazas que se generan por el proyecto.

Cuadro 21. Objetivos del plan de manejo ambiental.

OBJETIVOS		IP que se maximiza	IN que se minimiza
O _n	Enunciado		
O ₁	Maximizar la producción de los sistemas agrícolas conforme con el uso potencial del recurso suelo.	IP ₁ , IP ₂ , IP ₁₀ , IP ₁₂ , IP ₁₄ [RO ₁ , RO ₁ , RO ₁₃ , RO ₁₇ , RO ₂₁ , RO ₂₄ , RO ₅₄]	IN ₁₆ , IN ₁₁ , IN ₁₈ , IN ₄₇ [RA ₆ , RA ₈ , RA ₉ , RA ₁₆ , RA ₃₀ , RA ₃₄ , RA ₅₂ , RA ₇₈ , RA ₈₁ , RA ₈₈ , RA ₁₀₄]
O ₂	Maximizar el aprovechamiento y uso eficiente del recurso hídrico en los sistemas de producción agrícolas.	IP ₁ , IP ₂ , IP ₁₀ , IP ₁₂ , IP ₂₀ [RO ₁ , RO ₇ , RO ₁₇ , RO ₂₁ , RO ₂₄ , RO ₃₃ , RO ₄₂]	IN ₁₆ , IN ₁₁ , IN ₁₅ , IN ₄₄ [RA ₆ , RA ₈ , RA ₉ , RA ₁₅ , RA ₂₆ , RA ₃₀ , RA ₃₄ , RA ₅₄ , RA ₇₈ , RA ₈₈ , RA ₁₀₄]
O ₃	Maximizar la organización comunitaria y estrategias de apropiación social del conocimiento.	IP ₈ , IP ₁₂ , IP ₂₀ , IP ₃₄ [RO ₁₁ , RO ₁₃ , RO ₁₇]	IN ₁₁ , IN ₇₇ , IN ₄₇ [RA ₃₀ , RA ₇₈ , RA ₉₃]
O ₄	Minimizar la contaminación del recurso hídrico.	IP ₁₀ , IP ₂₀ [RO ₇]	IN ₄₅ , IN ₃₀ , IN ₁₅ , IN ₁₁ , IN ₄₄ , IN ₅₂ , IN ₄₇ [RA ₂₆ , RA ₃₄]
O ₅	Minimizar la erosión y el deterioro del paisaje.	IP ₁ , IP ₂ , IP ₁₀ [RO ₁ , RO ₃₃]	IN ₁₈ , IN ₄₇ , [RA ₁₅ , RA ₁₆ , RA ₈₁]
O ₆	Maximizar los procesos de cobertura de educación no formal, generación y divulgación de información biofísica.	IP ₁₂ , IP ₃₄ , [RO ₁₁ , RO ₁₇]	IN ₃₀ , IN ₁₅ , IN ₇₇ , IN ₄₇ [RA ₆ , RA ₇₈ , RA ₉₃ , RA ₁₀₄]

6.2. MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y MEJORAMIENTO AMBIENTAL DEL PROYECTO

Las medidas se elaboraron teniendo en cuenta los objetivos del PMA. Para determinar las medidas de los proyectos y los programas a realizar, se estableció al menos una medida para cada uno de los impactos (positivos y negativos). En el cuadro 22 se expresan las medidas con su respectivo enunciado.

Cuadro 22. Medidas para los impactos positivos y negativos generados por el proyecto.

Impacto Ambiental Positivo			
IPi	Nombre	Ma	Enuncio de la medida
IP1	Aumento de la producción y productividad agrícola	M1	Realizar una capacitación de 16 horas a los usuarios de ASODRIANA cada 2 años, modalidad curso-taller asesorada por técnicos de FEDECACAO acerca de la implementación de BPA (Buenas Prácticas Agrícolas) en el cacao y producción más limpia (PML).
		M2	Utilizar semillas certificadas y aprobadas por FEDECACAO, para garantizar que la planta sea la más adecuada para la zona y realizar actividades de preparación de los terrenos acorde con la metodología implementada por la federación.
		M3	Realizar estudio de caracterización de suelos en las áreas a cultivar y determinar el uso potencial, alternativas de fertilización y uso racional del recurso hídrico.
		M4	La Asociación ASOADRIANA deberá formular proyectos para fortalecer el sector cacaotero y mejorar sus mecanismos de comercio con la asesoría de la Alcaldía Municipal.
IP2	Aumento de ingresos económicos	M5	Realizar una capacitación cada 2 años con una duración de 8 horas a los beneficiarios de la asociación a través de un curso-taller acerca de la administración agropecuaria y comercialización de productos agropecuarios, con el respaldo del SENA y Alcaldía Municipal.
		M6	Elaboración y entrega de una propuesta a FEDECACAO regional-Huila, para el desarrollo de 1 capacitación de 2 días anual a los beneficiarios de la asociación abordando temas como el desarrollo de nuevas tecnologías, producción de cacao de alta calidad e incursión en nuevos mercados nacionales y extranjeros.
		M7	Gestionar convenios de apoyo de carácter municipal o gubernamental para la adquisición de equipos y herramientas que permitan mejorar la producción.

(Continuación) Cuadro 22. Medidas para los impactos positivos y negativos generados por el proyecto.

Impacto Ambiental Positivo			
IPi	Nombre	Ma	Enuncio de la medida
IP8	Aumento y mejoramiento de la organización comunitaria	M8	Realizar y ejecutar el reglamento interno en la asociación ASODRIANA.
		M9	Solicitar a la Alcaldía municipal con el apoyo del SENA la organización y realización de un seminario con una frecuencia de cada 3 años y una intensidad horaria de 16 horas acerca del fortalecimiento en la organización comunitaria y desarrollo local en la región.
		M10	Realización de un reglamento interno para el Minidistrito de riego, por parte de la asamblea general de usuarios con el apoyo de la Alcaldía Municipal.
		M11	La asociación organice cada 2 años encuentros socio-culturales que involucren a los beneficiarios y usuarios del proyecto con la finalidad integrar a la comunidad y transferir conocimientos y experiencias.
IP10	Aumento del precio de la tierra	M12	Formulación de proyectos por parte de la Asociación a la Alcaldía Municipal para el mantenimiento de vías terciarias de acceso.
		M13	Realizar un foro de 8 horas con la participación de las autoridades municipales y la comunidad en temas de manejo de sistemas de producción y granjas sostenibles.
IP12	Generación y divulgación de conocimientos sobre climatología, hidrología, suelos y disciplinas afines, de interés social	M14	Elaboración del plan de manejo integral de las quebradas El Pueblo y La Honda con programas de conservación de nacimientos, reforestación de zona de recarga con el apoyo de pasantías académicas en instituciones como el SENA y la Universidad Surcolombiana.
		M15	Realizar convenio con la USCO para que los estudiantes de Ingeniería Agrícola desarrollen pasantías tendientes a la evaluación del sistema de riego y optimización del recurso hídrico. Con frecuencia anual.
		M16	M3 y M6.
		M17	Capacitar a los beneficiarios del Minidistrito de riego con una intensidad de 8 horas (2 días) sobre el reuso de aguas residuales para la actividad de riego, ventajas y desventajas.
IP14	Generación de empleo	M18	La Asociación deberá crear una base de datos de los trabajadores permanentes en la zona de influencia del proyecto con información personal y de contacto con el fin de garantizar la mano de obra cuando sea requerida según sus rendimientos.
		M19	La Asociación elaborará un directorio de servicios de organizaciones profesionales, técnicos, tecnólogos dentro y fuera de la región para disponer de sus servicios si se requieren.
		M2	M9.

(Continuación) Cuadro 22. Medidas para los impactos positivos y negativos generados por el proyecto.

Impacto Ambiental Negativo			
INi	Nombre		Enuncio de la medida
IN11	Conflicto por el uso del agua para riego y para el consumo humano	M27	La Asociación realizará un curso-taller con duración de 16 horas por 2 días, dictado a los agricultores por parte del SENA, en donde se enseñe a medir los tiempos adecuados de riego, frecuencia y el número de veces a regar.
		M28	Establecer sistemas de control a la entrada de cada predio y la dosificación de agua a cada lote de acuerdo a lo correspondiente fijado por la administración del distrito.
		M29	M1, M8, M10, M14, M17, M21 y M23.
IN15	Contaminación de aguas superficiales	M30	La asociación Asodriana en acuerdo con la Alcaldía municipal, grupos ecológicos de la comunidad y de la academia, desarrollaran campañas de aseo mínimo una vez por semestre con una intensidad de 8 horas cada una por el cauce de la quebrada. Para reducir la exposición de residuos sólidos a cielo abierto.
		M31	La asociación Asodriana en convenio con la JAC y la Alcaldía municipal de Nátaga establecerán medidas (sanciones, multas) para mitigar o disminuir la contaminación por residuos sólidos y lixiviados en las quebradas El Pueblo y La Honda o cerca de ella.
		M32	M1, M8, M10, M14, M23
IN16	Reducción del recurso hídrico superficial aguas abajo	M33	M1, M2, M3, M7, M8, M10, M13, M14, M15, M17, M21 Y M23 y M27.
IN18	Incremento de la erosión	M34	Realizar un taller teórico práctico de capacitación con duración de 16 horas sobre medidas de prevención y mitigación de la erosión. La parte práctica comprenderá construcción de trinchos, manejo de la aplicación de riego, siembra en contorno, labranza mínima y diques.
		M35	M3.
IN30	Contaminación atmosférica	M36	Siembra de 1000 plántulas de especies arbóreas y arbustivas nativas de la región en las dos márgenes de la quebrada El Pueblo cerca al área de influencia de la PTAR.
IN44	Disminución de la biodiversidad acuática y semiacuática	M37	Capacitar a los beneficiarios de la asociación con una intensidad de 16 horas, en convenio con la CAM sede en La Plata y el SENA para que sea la encargada de dirigir las capacitaciones en el manejo de los recursos naturales, la recuperación, y conservación de los mismos.
		M38	M14, M23 y M31.
IN45	Eutrofización	M39	Implementar un tratamiento en el reservorio de manera permanente con plantas acuáticas nativas de la zona o que se adapten a las condiciones agroecológicas.
		M40	M14, M30 y M37

(Continuación) Cuadro 22. Medidas para los impactos positivos y negativos generados por el proyecto.

Impacto Ambiental Negativo			
INi	Nombre		Enuncio de la medida
IN47	Deterioro del paisaje desde el punto de vista estético	M41	En convenio con la CAM regional de La Plata, realizar una capacitación a través de talleres teóricos prácticos con una intensidad horaria de 24 horas a los beneficiarios de la asociación y vecinos que limitan con el área del proyecto acerca de la contaminación de residuos sólidos y líquidos al entorno natural, recuperación y preservación de la flora y fauna.
		M42	M30, M31, M34 y M37
IN52	Aumento de plagas	M43	Realizar campañas de control y prevención de plagas 1 vez por semestre.
		M44	Elaboración de manuales pedagógicos con énfasis en producciones más limpias, la elaboración y aplicación de abonos orgánicos. Con el apoyo de la CAM sede La Plata.
		M45	M1, M2, M13, M30, M31 y M36.
IN55	Aumento del riesgo de enfermedades de origen hídrico	M46	Realizar campañas de prevención y control de enfermedades dos veces por semestre aplicando la APS (Asistencia primaria de salud).
		M47	M14, M23, M30, M31,
IN77	Rechazo u oposición de la comunidad por las obras del distrito	M48	Realizar una conferencia y un foro, cada uno con una intensidad de 8 horas en el primer mes como plazo máximo del inicio de la ejecución del proyecto sobre El Plan de Manejo (PMA) del proyecto, las medidas correctivas para contrarrestar los impactos generados, acerca de los procedimientos, función y operación de cada una de las obras, el uso de aguas residuales para la actividad de riego.
		M49	M17, M21y M31.

6.3. DESCRIPCIÓN DE PROGRAMAS Y PROYECTOS DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)

El plan de manejo ambiental se formuló mediante la implementación de una serie de programas como son: Administración y operación del minidistrito, manejo integral del recurso agua-suelo, capacitación y transferencia de tecnología y manejo integrado del cultivo de cacao. Cada programa contempla una serie de proyectos para alcanzar los objetivos propuestos

6.3.1. Programa 1: Administración y Operación del minidistrito de riego

Este programa cuenta con 4 proyectos, enfocados a ejercer un buen funcionamiento del minidistrito, siendo los usuarios los encargados de establecer las normas de operación u funcionamiento, además de conocer en su totalidad el plan de manejo ambiental y las medidas necesarias para minimizar y maximizar los impactos. Está conformado de los siguientes proyectos: Administración y operación del minidistrito, socialización y retroalimentación del plan de manejo ambiental, mantenimiento y rediseño de estructuras hidráulicas y gestión de la educación.

Proyecto 1. Administración y Operación del minidistrito de riego.

Proyecto 2. Socialización y retroalimentación del Plan de Manejo Ambiental.

Proyecto 3. Mantenimiento y rediseño de estructuras hidráulicas.

Proyecto 4. Gestión de la educación.

6.3.2. Programa 2: Manejo integral de los recursos agua y suelo

El programa tiene como fin, direccionar maximizar el manejo de los recursos agua y suelo en los sistemas de producción de área de influencia del proyecto de riego, aplicando conceptos de sostenibilidad y agricultura de precisión.

El programa comprende los siguientes proyectos: Manejo y reuso de aguas residuales para riego, uso y manejo racional del recurso hídrico, implementación de sistemas de producción sostenibles, manejo integral del cultivo de cacao y Formulación y gestión de proyectos.

Proyecto 1. Manejo y Reuso de aguas residuales para riego.

Proyecto 2. Uso y manejo racional del recurso hídrico.

Proyecto 3. Implementación de sistemas de producción sostenibles.

Proyecto 4. Manejo integral del cultivo de cacao.

Proyecto 5. Formulación y Gestión proyectos.

6.3.3. Programa de desarrollo y bienestar social

Con el presente programa está dirigido a la comunidad y a contribuir con el mejoramiento de la calidad de vida de las personas, nivel cultural y educativo. Este programa comprende los siguientes proyectos: Seguridad alimentaria, desarrollo comunitario y gestión del conocimiento.

Proyecto 1. Seguridad Alimentaria.

Proyecto 2. Desarrollo comunitario.

Proyecto 3. Gestión Social del conocimiento.

6.3.4. Programa de Apropiación y transferencia del conocimiento

Es uno de los programas fundamentales, donde el componente esencial tiene un rol esencial para su ejecución. Dicho programa tiene como objeto que la comunidad se apropie de la información biofísica de la zona y aplique las nuevas metodologías y tecnologías incorporadas a través del minidistrito de riego, que coadyuven a mejorar la producción de los sistemas productivos implementados. A continuación se especifica los proyectos que componen el programa:

Proyecto 1. Transferencia tecnológica.

Proyecto 2. Apropiación social del conocimiento.

6.3.5. Programa Gestión Ambiental

Este programa tiene como fin, crear conciencia en la comunidad acerca de la importancia del manejo racional de los recursos naturales y cuidar los recursos naturales. Se conforma de los siguientes proyectos:

Proyecto 1. Conservación y recuperación de bosques.

Proyecto 2. Recuperación y protección de nacimientos.

Proyecto 3. Educación Ambiental.

Proyecto 4. Manejo y conservación de los recursos naturales.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- * En todo proyecto, obra o actividad que se desarrolle y afecte los recursos naturales, requiere un estudio de impacto ambiental que identifique, evalúe y entregue un diagnóstico de los posibles impactos positivos o negativos y amenazas naturales que se puedan presentar en el área de influencia del proyecto y su correspondiente plan de manejo ambiental.
- * El estudio de impacto ambiental identificó en total nueve impactos positivos de orden ambiental, social y económico. Entre los positivos están: Mejoramiento en la distribución del agua, aumento de la producción y productividad agrícola, aumento y mejoramiento de la organización comunitaria, generación de empleo, aumento de ingresos económicos, mejoramiento en la distribución del agua, aumento del precio de la tierra, generación y divulgación de conocimientos sobre climatología, hidrología, suelos y disciplinas afines, de interés social y aumento de la cobertura y la calidad de la educación no formal en la agricultura y en temas afines.
- * Se determinaron diez impactos negativos, a saber: Reducción del recurso hídrico superficial aguas abajo, eutrofización contaminación atmosférica, contaminación de aguas superficiales, conflictos por el uso del agua para riego y el agua para consumo humano, disminución de la biodiversidad acuática y semiacuática, aumento de plagas, rechazo u oposición de la comunidad por las obras del distrito, incremento de la erosión y deterioro del paisaje desde el punto de vista estético.
- * Los impactos ambientales determinados en el distrito de riego Asoadriana, se homologaron con los propuestos por Olaya (2003) para distritos de riego y drenaje para Colombia, con la finalidad de hacer un análisis comparativo y estandarizar los impactos en el marco de proyectos de irrigación. Las oportunidades y amenazas que se identificaron para el área de influencia del distrito, fueron seleccionados mediante el uso de las listas de chequeo o comprobación propuestas por Olaya (2003), se escogieron once (11) oportunidades y quince (15) amenazas.
- * El estudio de impacto ambiental identificó cuatro posibles escenarios para el distrito de riego, enfocado a determinar la viabilidad ambiental del mismo. El escenario de mayor viabilidad, es el de Proyecto de riego con plan de manejo (CRPM) y el segundo escenario de mayor viabilidad, es del Proyecto de riego (CPR); ya que en ambos escenarios los impactos negativos y positivos se mitigan o maximizan respectivamente. Por otro lado, el escenario menos viable ambientalmente, es el que no presenta un cultivo de cacao y sin proyecto de riego (SCSR).
- * El plan de manejo ambiental (PMA) contempla 5 programas: 1) Administración y operación del minidistrito de riego; 2) Manejo integral de los recursos agua y suelo; 3) desarrollo y bienestar social; 4) Gestión ambiental; 5) apropiación y transferencia del conocimiento. En total, 18 proyectos hacen parte de los 5 programas, enfocados en el manejo adecuado y sostenible del distrito de riego.

- * Al revisar diferentes estudios de impacto ambiental realizados a proyectos de riego y drenaje especialmente en el departamento del Huila, se pudo identificar claramente una tendencia y similitud con ciertos impactos que se determinó en este estudio. Los impactos positivos que son reiterativos en proyectos de irrigación son: generación de empleo, aumento de la producción y productividad agrícola, aumento de ingresos económicos y aumento del precio de la tierra; Entre los impactos negativos se tienen: contaminación de aguas superficiales e incremento de la erosión.
- * Al realizar la homologación de los impactos, oportunidades y amenazas naturales según la propuesta de Olaya (2003), facilita la generación de un esquema comparativo con diferentes estudios de impacto ambiental elaborados para proyectos de irrigación e identificar cuáles son los impactos que predominan y son reiterativos en los proyectos de riego y drenaje que se desarrollan en el departamento del Huila.

RECOMENDACIONES

Se recomienda propender por la implementación de medidas de sensibilización en la población beneficiaria para lograr una mayor comprensión de la importancia del manejo eficiente de los recursos naturales y como el reuso de aguas domésticas y residuales, hace parte de las medidas de adaptación al cambio climático y variabilidad climática adversa contempladas en el plan climático del departamento del Huila.

Gestionar e incentivar programas de educación ambiental enfocados en el desarrollo sostenible del cultivo de cacao desde una perspectiva del manejo integral del recurso hídrico en el marco de la agricultura de precisión.

Aunar esfuerzos con actores regionales y departamentales para la gestión de recursos orientados al desarrollo de iniciativas que coadyuven a la implementación de proyectos de recuperación y conservación de los recursos naturales en la parte de alta de las cuencas hidrográficas.

Gestionar alianzas estratégicas para impulsar la creación y fortalecimiento de grupos asociativos municipales para diseñar y desarrollar estrategias de mercadeo y comercialización de sus productos que al final se vean reflejadas en el bienestar de los cacaocultores.

BIBLIOGRAFIA

ÁLVAREZ, Albeiro, RODRÍGUEZ, Hilda Jazmín. Rediseño del Distrito de Riego Las Mercedes Villavieja-Huila. Neiva. 1998. Trabajo de grado (Programa de Ingeniería Agrícola). Universidad Surcolombiana. Facultad de Ingeniería.

ARBOLEDA, Jorge Alonso. Una propuesta para la identificación y evaluación de impactos ambientales. En *Crónica forestal y del medio ambiente*, No p. Medellín, 1994. P. 71-81. Universidad Nacional de Colombia.

CANTER, Larry W. Manual de evaluación de impacto ambiental. Técnicas para la elaboración de los estudios de impactos. Ed. Mc Graw Hill 1998, 78–119.

Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Decreto 2858 de 1981, Octubre 13, por el cual se reglamenta las normas relacionadas con el manejo y aprovechamiento del recurso hídrico en todos sus diferentes aspectos como son el dominio, ocupación, restricciones y limitaciones de sus cauces entre otros estados. Bogotá: El ministerio; 1981.

Colombia. Congreso. Ley 41 de 1993, por la cual se regula la construcción de obras de adecuación de tierras, con el fin de mejorar y hacer más productivas las actividades agropecuarias. Bogotá: El Congreso; 1993.

Colombia. Congreso. Ley 373 de 1997, por el cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro de agua. Bogotá: El Congreso; 1997.

Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Decreto 1900 de 2006, Junio 12, establece que todo proyecto en el cual se use de manera directa el agua, ya sea a través de fuentes naturales, deberá destinar el un porcentaje del total de la inversión para la recuperación, conservación, preservación a la cuenca hidrográfica a la que pertenece el recurso hídrico.. Bogotá: El ministerio; 2006.

Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Decreto 1324 de 2007, Abril 19, se crea el Registro de usuarios del recurso hídrico y otras disposiciones. Bogotá: El ministerio; 2007.

Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Decreto 2820 de 2010, Agosto 5, por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. Bogotá: El ministerio; 2010.

Convención de las Naciones Unidas. Ratificación de acuerdo contra la lucha de la Desertificación. España, 1994. [Artículo en Internet] <<http://www.siac.gov.co/contenido/contenido.aspx?catID=439&conID=531>> [Consultado: 25 agosto de 2011].

Convención de las Naciones Unidas. Avalancha. España, 1994. [Artículo en Internet] <<http://www.siac.gov.co/contenido/contenido.aspx?catID=439&conID=531>> [Consultado: 25 agosto de 2011].

Corporación para el Desarrollo de Los Sectores de la Producción-PROYECTAR. Proyecto: Construcción del distrito de riego a pequeña escala de Nátaga "ASOADRIANA". 2009.

Corporación Regional del Alto Magdalena-CAM. Cambios Climáticos. Cartilla instructiva para la atención de cambios climáticos y prevención de desastres naturales para el Departamento del Huila. Neiva, 2010 s.f. 26.

Department of Homeland Security US -FEMA. Que es un Huracán. [Artículo en Internet] <http://www.fema.gov/esp/riesgo/huracan/hu_aprender.shtml> [Consultado: 25 agosto de 2011].

DURGAN TORRES, Martín. Seguridad e impacto ambiental. [Artículo en Internet].<<http://www.fertilizando.com/articulos/seguridadeimpactoambiental.asp>> [Consulta: 25 agosto de 2011].

FONSECA Z, Carlos H. Gestión ambiental de proyectos. En: Seminario declaración y Evaluación de Impacto Ambiental, Tomo II. Medellín. Universidad de Antioquia, 1993. P. 72-97.

GOBERNACIÓN DEL HUILA, Comité regional para la prevención y atención de desastres del Huila. Plan territorial para la prevención y atención de desastres del departamento del Huila 2004 – 2015. Neiva, 2005. p. 52 – 74.

IBÁÑEZ, Juan José. Amenazas Naturales, Deslizamientos. Centro de Investigaciones sobre Desertificación (CSIC-Universidad de Valencia). 2008.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi-IGAC. Subdirección de Agrología. Estudio General de Suelos del Departamento del Huila. Bogotá. 1994. En: Nátaga, Alcaldía Municipal. Plan de Saneamientos y Manejo de Vertimientos "PSMV" Casco urbano. Enero de 2007. P 15-39

IZQUIERDO, Jaime, CHAVARRO, Jorge y TRUJILLO, Gustavo. Agricultura y Cambio Climático en el Huila. Grupo de Investigación Hidroingeniería y Desarrollo Agropecuario.-GHIDA. Universidad Surcolombiana. Neiva, 2007. p. 48.

LOCKRIDGE, P. Tsunamis en Perú-Chile. World Data Center A for Solid Earth Geophysics. 1985, Report SE-39, 97 p. Citado por (Rincón y Trujillo, 2009, 20).

MARTINEZ, Bencardino. Estadística y Muestreo. Santa Fé de Bogotá, 1998. p. 354, 886.

MEDEIROS PARRA, A..Sporulation of Phytophthora palmivora (Butl.) Butl.inrelationtoepidemiologyandchemicalcontrolofblackpoddisease.Ph.D.Thesis Riverside.UniversityofCalifornia.1994. 220p

Ministerio de medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). Tsunamis. [Artículo en Internet]

<http://www.snet.gob.sv/ver/oceanografia/monitoreo/tsunamis/> [Consultado: 26 agosto de 2011].

NÁTAGA, Alcaldía Municipal. Plan de Saneamientos y Manejo de Vertimientos “PSMV” Casco urbano. Enero de 2007. P 15-56

OLAYA, Alfredo y SÁNCHEZ, Mario. Curso taller evaluación de impacto ambiental para proyectos de riego y drenaje, Neiva, Universidad Surcolombiana, 1996, p. 21, 36, 55 ,70.

OLAYA, Alfredo y SÁNCHEZ, Mario. Curso-Taller evaluación de impacto ambiental para proyectos de riego y drenaje. Neiva, Universidad Surcolombiana. 1996, p. 21-70).

OLAYA, AMAYA, Alfredo. Sistema de apoyo para la toma de decisiones en distritos de riego y drenaje a partir de sus recursos, restricciones e impactos ambientales, para el caso de Colombia. Medellín, 2003. Pag. 59, 60, 253, 268. Tesis (Doctor en Ingeniería Área Recursos Hidráulicos). Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Facultad de Minas. Escuela de Geociencias y Medio Ambiente. Postgrado en Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos.

PALACIOS, Carlos y RAMIREZ Edwin. Estudio de impacto ambiental para el proyecto minidistrito de riego Asomiraflores en el municipio de Garzón – Huila. Trabajo de Grado (Programa Ingeniería Agrícola). Universidad Surcolombiana. Facultad de Ingeniería. 2004.

Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Nátaga, 2003

POVEDA, Jaramillo Germán. Efectos del Fenómeno de El Niño/Oscilación del Sur (ENSO) sobre los Caudales de Ríos del Huila y Tolima. Revista Entornos. Universidad Surcolombiana. Diciembre de 2003. Pág 44.

RAMIREZ, Patricia. Qué es el fenómeno de EL Niño-Oscilación del Sur (ENSO). [Artículo en Internet] <<http://nimbus.efis.ucr.ac.cr/meteo/documentos/enos.html>> [Consulta: 26 agosto de 2011].

RINCON, Juan y TRUJILLO, IVAN. Impactos ambientales y amenazas naturales de cinco distritos de riego en la cuenca media y baja del río Cabrera, en el departamento del Huila. Trabajo de Grado (Programa Ingeniería Agrícola). Universidad Surcolombiana. Facultad de Ingeniería. Noviembre 2009. p. 19, 26, 27, 29,32, -79.

ROJAS, Fernando., SACRISTAN, Edwin. Guía Ambiental para el Cultivo de Cacao. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Federación Nacional del Cacao y Fondo Nacional del Cacao. 2010.

Organization of American States. Amenazas naturales. [Artículo en Internet]. <<http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea57s/ch005.htm>> [Consulta: 25 agosto de 2011].

Organization of American States. Terremotos. [Artículo en Internet]. <<http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea57s/ch005.htm>> [Consulta: 25 agosto de 2011].

Organization of American States. Volcanes. [Artículo en Internet]. <<http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea57s/ch005.htm>> [Consulta: 25 agosto de 2011].

Organization of American States. Deslizamientos. [Artículo en Internet]. <<http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea57s/ch005.htm>> [Consulta: 25 agosto de 2011].

Organization of American States. Erosión y Sedimentación. [Artículo en Internet]. <<http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea57s/ch005.htm>> [Consulta: 25 agosto de 2011].

Organization of American States. Inundaciones. [Artículo en Internet]. <<http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea57s/ch005.htm>> [Consulta: 25 agosto de 2011].

Wikipedia. Tormenta Eléctrica, 2011. [Artículo en Internet] <http://es.wikipedia.org/wiki/Tormenta_el%C3%A9ctrica> [Consultado: 25 agosto de 2011].

ANEXOS

Anexo A. formato de la encuesta aplicada.

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

Nombre _____
Entidad _____

Cargo _____
Lugar _____

1. ¿Cuáles son los principales beneficios o impactos positivos, económicos, sociales o ecológicos que podrían producirse ?	2. ¿Cuáles proyectos actividades o medidas recomienda para mantener o mejorar cada uno de los anteriores beneficios?
3. ¿Cuáles son los principales impactos negativos o consecuencias desfavorables, económicos sociales o ecológicos que podrían producirse ?	4. ¿Cuáles proyectos, actividades o medidas recomienda para prevenir, corregir, compensar o mitigar cada uno de los anteriores impactos negativos?

* Formato de encuesta propuesto por Alfredo Olaya Amaya. Neiva: USCO, 2004

Anexo B. Listado de las personas encuestadas

Nombre y Apellido

Luis Ernesto Minú Ramírez
Fortunato Noscue
Isaías Andrade
Francisco Castañeda
Carmenza Otalora Cárdenas
Jesús María Ramos Chala
José Yesid Mañosca
William Arias
Leonel Arias
Yesid Cabrera Buendía
Luis Ignacio Baquiro
Gilma Perdomo Nasayo
Patrocinio Chala
Ligia Perdomo Nasayo
Roland Mañosca
Luvier Gualy Perdomo
Elcy Vargas Medina
Martiniano Guaraca
Ignacio García
José Antonio Perdomo
Laureano Rojas
Danilo Cerquera
Orlando Pérez
Mario Montes
Decio López

Anexo C. Registro fotográficos



Figura 3. Municipio de Nátaga.



Figura 4. Ubicación Bocatoma del proyecto de riego (quebrada El Pueblo).



Figura 5. Planta de tratamiento de aguas residuales Nátaga – PTAR.



Figura 6. Ubicación del reservorio.



Figura 7. Vertimiento del efluente de la PTAR a la quebrada El Pueblo.



Figura 8. Lugar sacrificio de Ganado.



Figura 9. Beneficiario del Proyecto.



Figura 10. Vertimiento quebrada La Honda.